

Tamara Cristina Campos

**COMPORTAMENTO VITI-ENOLÓGICO DAS VARIEDADES  
CHARDONNAY E VERMENTINO PARA ELABORAÇÃO DE  
VINHOS ESPUMANTES PELO MÉTODO TRADICIONAL NA  
SERRA CATARINENSE**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Aparecido Lima da Silva

Florianópolis  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Campos, Tamara Cristina

Comportamento viti-enológico das variedades Chardonnay e Vermentino para elaboração de vinhos espumantes pelo método tradicional na Serra Catarinense / Tamara Cristina Campos ; orientador, Aparecido Lima da Silva - Florianópolis, SC, 2016.

151 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Vitivinicultura. 3. Ecofisiologia. I. Silva, Aparecido Lima da. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

**Comportamento viti-enológico das variedades  
Chardonnay e Vermentino para elaboração de  
vinhos espumantes pelo método tradicional na  
Serra Catarinense**

por

**Tamara Cristina Campos**

Dissertação julgada e aprovada em 26/02/2016, em sua forma final, pelo Orientador e Membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.

Banca Examinadora:



---

Prof. Dr. Aparecido Lima da Silva (Presidente - CCA/UFSC)

---

Prof. Dr. Leonardo Cury da Silva (Externo - IFRS/RS)



---

Prof. Dr. José Afonso Voltolini (Externo - CCA/UFSC)



---

Prof. Dr. Marcelo Borghesan (Interno - CCA/UFSC)



---

Prof. Dr. Paulo Emilio Lovato (Coordenador do Programa)

Florianópolis, fevereiro de 2016



*Para mi marido Antonio, que estuvo siempre a mi lado. Para meus amados pais e irmã. Para a querida tia Ana Lúcia, que me ensinou a viver em Florianópolis. Para los amigos y colegas que tuve el placer de conocer en este trayecto. Para meu orientador Prof. Aparecido, que adora os vinhos espumantes. Para o vinho espumante, a bebida que me tornou mestre.*



## AGRADECIMENTOS

*A mi marido Antonio, por la paciencia y comprensión en estos dos años, y por la colaboración voluntaria en este trabajo.*

Aos meus pais, Isabel e Amaro, que me ensinaram o valor do estudo e do trabalho, e que nunca mediram esforços para que suas filhas pudessem estudar.

Ao prof. Aparecido, que me apresentou aos bons vinhos de Santa Catarina, pela oportunidade, pela orientação, pelos ensinamentos e, especialmente, pela amizade.

Aos colaboradores Diego e Débora, à colega Jaqueline, e ao meu primo Leonardo Gabriel, pela amizade, por terem me acompanhado (cada um em seu momento) neste trabalho, por todos os quilômetros rodados e por todas as aventuras compartilhadas.

À colega Anyela, pela amizade e por colaborar com este trabalho em momentos importantes. À Juliana, por colaborar com as colheitas.

Aos doutores: Luciane, Alberto, Marcelo, Leonardo Cury, José Afonso e Rosete pela amizade e contribuições para este trabalho.

À Vinícola Abreu Garcia como um todo, pelo apoio, pela parceria, pela hospitalidade, pela concessão da área experimental e material vegetal e pela elaboração e concessão dos vinhos espumantes.

Aos enólogos Leonardo Ferrari, Carlos e Jean Pierre, por compartilharem suas experiências profissionais e pela realização da elaboração dos vinhos espumantes deste trabalho.

À Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC), através da chamada pública nº03/2013 do programa Tecnova SC, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao pessoal do Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho (NEUVIN): Suzeli, Tatiane, Larissa, Tiago, Jéssica, Bruno, Mônica, Raissa G., Isadora, Ana, Vanessa, Raissa P., César, Rafael e Guilherme. Os quais foram os companheiros das reuniões de segunda-feira e das divertidas degustações.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), aos funcionários e professores do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Departamento de Fitotecnia, e Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais (PPG-RGV), que participaram de minha formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.





*“Nas vitórias é merecido, nas derrotas é  
necessário.”*

(Napoleão Bonaparte, sobre o Champagne)



# **COMPORTAMENTO VITI-ENOLÓGICO DAS VARIEDADES CHARDONNAY E VERMENTINO PARA ELABORAÇÃO DE VINHOS ESPUMANTES PELO MÉTODO TRADICIONAL NA SERRA CATARINENSE**

## **RESUMO**

A produção de uvas viníferas na Serra Catarinense é recente e há poucas informações disponíveis a respeito da fenologia, do comportamento produtivo, da maturação das uvas e da qualidade enológica para elaboração de vinhos espumantes. Portanto, o presente trabalho objetivou caracterizar o clima e o comportamento vitícola e enológico das variedades Chardonnay e Vermentino, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo 2014/15, nos vinhedos localizados em Campo Belo do Sul/SC (950 m de altitude) na Serra Catarinense. Foram monitoradas as variáveis climáticas: temperaturas máxima, média e mínima do ar, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar (UR), radiação solar global (Rg) e radiação fotossinteticamente ativa (PAR). Foram estimados: amplitude térmica, somatório térmico (graus-dia) e os índices bioclimáticos de Winkler e Huglin. Os estádios fenológicos determinados foram: brotação, floração, início de maturação e maturidade (colheita). Foram avaliados os parâmetros: sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e pH. Na colheita foram avaliados os índices produtivos. As uvas foram vinificadas na Vinícola Abreu Garcia, na qual foram elaborados os vinhos espumantes varietais pelo método tradicional. Os vinhos espumantes foram avaliados quanto a: densidade, graduação alcoólica, açúcar total em glicose, pressão a 20°C, pH, ATT, acidez volátil e fixa, extrato seco total e reduzido, relação álcool em massa/extrato seco reduzido, cinzas, alcalinidade das cinzas, anidrido sulfuroso livre, índice de polifenóis totais e cor  $A_{420}$ . Os ciclos fenológicos das variedades Chardonnay (precoce) e Vermentino (tardia) brotaram e atingiram a maturidade (colheita) com cerca de um mês de diferença, apresentando extensão semelhante. As temperaturas mínimas, médias e máximas do ar, observadas no ciclo das variedades, foram maiores para a Vermentino. As amplitudes térmicas registradas para o ciclo das duas variedades foram próximas e adequadas para a produção de uvas de qualidade. Para o ciclo observaram-se valores da soma de precipitação pluviométrica e da UR similares para Vermentino e Chardonnay. Observou-se que Campo Belo do Sul/SC apresenta incidência de radiação com boa duração e intensidade, apresentando valores da média/horária máxima da Rg e PAR com valores próximos entre os ciclos das variedades. O ciclo da

Vermentino, pela ocorrência tardia, apresentou o somatório térmico mais elevado, por abranger os meses mais quentes. O índice de Winkler classificou Campo Belo do Sul/SC no ciclo 2014/15 como Região III e o Índice de Huglin como região temperada. Os resultados da maturação tecnológica de SST, ATT e pH para Chardonnay e Vermentino, foram satisfatórios para elaboração de vinhos espumantes. Os índices produtivos foram maiores para a Vermentino, com exceção do número de cachos por planta que foi similar para as variedades. Os vinhos espumantes varietais de Chardonnay e Vermentino se enquadraram nos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira. Os resultados mostram que os parâmetros avaliados para as variedades Chardonnay e Vermentino foram adequados para a elaboração de vinhos espumantes na região estudada.

**Palavras-chave:** Clima. Viticultura. Enologia.

# **VITICULTURAL AND OENOLOGICAL BEHAVIOR OF VARIETIES CHARDONNAY AND VERMENTINO FOR SPARKLING WINES, TRADITIONAL METHOD, IN SERRA CATARINENSE**

## **ABSTRACT**

The production of wine grapes in Serra Catarinense is recent and there is little information available about the phenology, the productive behavior, the ripeness of the grapes and the wine-making quality for production of sparkling wines. Therefore, this study aimed to characterize the climate and viticultural and oenological behavior of Chardonnay and Vermentino varieties during the vegetative and reproductive cycle 2014/15, in vineyards located in Campo Belo do Sul/SC (950 m of altitude) in Serra Catarinense. Climate variables were monitored: maximum, medium and minimum air temperature, rainfall, relative humidity (RH), global solar radiation ( $R_g$ ) and photosynthetically active radiation (PAR). Temperature range, thermal sum (degree-days) and bioclimatic indexes Winkler and Huglin were calculated. Phenological stages were monitored: budding, flowering, early maturity and maturity (harvest). The parameters analyzed were: total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA) and pH. At harvest were evaluated productive indexes. The grapes were vinified in the winery Abreu Garcia, which were developed varietal sparkling wines by the traditional method. Sparkling wines were evaluated for density, alcohol content, the total sugar glucose, pressure at 20°C, pH, TTA, volatile and fixed acidity, full and reduced dry extract, alcohol in weight/reduced dry extract, ash, alkalinity of the ash, free sulfur dioxide, total polyphenol index and color  $A_{420}$ . The phenological cycle of varieties Chardonnay (early) and Vermentino (late) sprouted and reached maturity (harvest) about one month apart, with similar extension. The minimum, medium and maximum air temperatures observed in the cycle of the varieties were higher for the Vermentino. The temperature ranges for cycle of two varieties were close and suitable for producing grape quality. For the cycle observed values of the amount of rainfall and RH similar to Vermentino and Chardonnay. It was observed that Campo Belo do Sul/SC showed an incidence of radiation with good duration and intensity, with values of average/maximum time, achieved 13h, the PAR and with  $R_g$  values close cycles between varieties. The Vermentino cycle, late occurrence, presented the highest thermal sum for cover the warmer months. The Winkler index ranked Campo Belo do Sul/SC in the 2014/15 cycle as Region III and Huglin Index as temperate region.

The results of technological maturity of TSS, TTA and pH for Chardonnay and Vermentino, were acceptable for production of sparkling wines. The production rates were higher for the Vermentino, except for the number of bunches per plant was similar for both varieties. The varietal sparkling wines from Chardonnay and Vermentino not meet the quality standards established by Brazilian law. The results show that the parameters evaluated for the Chardonnay and Vermentino varieties were suitable for the production of sparkling wines in the region studied.

**Keywords:** Climate. Viticulture. Oenology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cacho (A), broto (B) e videira (C) da variedade Chardonnay. Vinícola Abreu Garcia, Campo Belo do Sul/SC, 2015. ....	31
Figura 2. Cacho (A), broto (B) e videira (C) da variedade Vermentino. Vinícola Abreu Garcia, Campo Belo do Sul/SC, 2015. ....	32
Figura 3. Duração cronológica em dias para cada subperíodo fenológico das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15. ....	58
Figura 4. Variação diária da temperatura máxima do ar (°C) para os ciclos fenológicos 2014/15 das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC. ....	63
Figura 5. Variação diária da temperatura média do ar (°C) para os ciclos fenológicos 2014/15 das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC. ....	63
Figura 6. Variação diária da temperatura mínima do ar (°C) para os ciclos fenológicos 2014/15 das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC. ....	64
Figura 7. Somatório da precipitação (mm) e médias da umidade relativa do ar (%), para cada subperíodo fenológico avaliado para a variedade Chardonnay, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15. ....	66
Figura 8. Somatório da precipitação (mm) e médias da umidade relativa do ar (%), para cada subperíodo fenológico avaliado para a variedade Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15. ....	66
Figura 9. Valores médios horários da radiação solar global – R <sub>g</sub> (W m <sup>-2</sup> ), durante o subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15. ....	69
Figura 10. Valores médios horários da radiação fotossinteticamente ativa – PAR (μmolfotons m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) e a faixa de saturação entre 800 a 1000 μmolfotons m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> , durante o subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15. ....	69

Figura 11. Exigência térmica em graus-dia (GD) para cada subperíodo e para o ciclo fenológico avaliado para as variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15..... 70

Figura 12. Evolução semanal dos teores médios de sólidos solúveis totais - SST (°Brix) para as variedades Chardonnay e Vermentino, no subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15..... 78

Figura 13. Evolução dos valores médios da acidez total titulável – ATT (meq L<sup>-1</sup>) para as variedades Chardonnay e Vermentino, no subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15. .... 80

Figura 14. Evolução semanal dos valores médios de pH obtidos para as variedades Chardonnay e Vermentino, no subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15. .... 81

Figura 15. Evolução semanal dos valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável (meq L<sup>-1</sup>), no subperíodo de início de maturação a maturidade (colheita), para a variedade Chardonnay em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15. .... 83

Figura 16. Evolução semanal dos valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável (meq L<sup>-1</sup>), no subperíodo de início de maturação a maturidade (colheita), para a variedade Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15. .... 83

Figura 17. Evolução da densidade (20°C/20°C), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015. .... 98

Figura 18. Evolução da graduação alcoólica (% v/v), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015. .... 99

Figura 19. Evolução do açúcar total em glicose (g L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes



(método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015..... 100

Figura 20. Evolução da Pressão a 20°C (atm), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015..... 101

Figura 21. Evolução do pH, ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015..... 102

Figura 22. Evolução da acidez total titulável (ATT - meq L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015..... 103

Figura 23. Evolução da acidez volátil (meq L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015..... 104

Figura 24. Evolução do extrato seco total (g L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015..... 105

Figura 25. Evolução das cinzas (g L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015..... 106

Figura 26. Evolução da alcalinidade das cinzas (meq L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015..... 107

Figura 27. Evolução do índice de polifenóis totais - IPT (abs), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015..... 109

Figura 28. Evolução da cor 420 nm (abs), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015. .... 110

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Datas da fenologia das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.....	58
Tabela 2. Médias das temperaturas mínima, média, máxima, amplitude térmica e somatório de precipitação, para os subperíodos fenológicos das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.....	61
Tabela 3. Valores dos três índices de maturação tecnológica, calculados para as variedades Chardonnay e Vermentino na colheita, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15. ....	84
Tabela 4. Parâmetros da maturação tecnológica no momento de colheita, para as variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.....	85
Tabela 5. Índices de produtividade no momento da colheita, para as variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.....	86
Tabela 6. Análises clássicas e espectrofotométricas dos vinhos base para espumante das variedades Chardonnay e Vermentino, cultivadas em Campo Belo do Sul/SC na safra 2015. Laboratório Lavin, Flores da Cunha/RS, 11/09/2015. ....	96
Tabela 7. Análises clássicas e espectrofotométricas dos vinhos espumantes, das variedades Chardonnay e Vermentino, cultivadas em Campo Belo do Sul/SC na safra 2015. Laboratório Lavin, Flores da Cunha/RS, 23/10/2015. ....	112



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

A<sub>420</sub> = Absorbância em 420 Nanômetros  
abs = Absorbância  
ANOVA = Análise de Variância  
atm = Atmosferas  
ATT = Acidez Total Titulável  
B = Brotação  
CIRAM = Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina  
CV = Coeficiente de Variação  
EPAGRI = Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
F = Floração  
g = Grama  
GD = Graus-Dias  
h = Horas  
ha = Hectares  
hL = Hectolitros  
IBRAVIN = Instituto Brasileiro do Vinho  
IH = Índice Huglin ou Heliotérmico  
IM = Início de Maturação  
Im = Índice de Maturação  
IPT = Índice de Polifenóis Totais  
IW = Índice de Winkler  
Kg = Quilogramas  
Km = Quilômetros  
L = Litro  
m = Metros  
MC = Maturidade (colheita)  
MAPA = Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
meq = Miliequivalente  
mg = Miligrama  
Mg = Megagrama  
min = Minutos  
mL = Mililitro  
mm = Milímetros  
N = Normal  
NaOH = Hidróxido de Sódio  
nm = Nanômetros  
OIV = Organização Internacional da Vinha e do Vinho

p = Probabilidade  
PAR = Radiação Fotossinteticamente Ativa  
pH = Potencial Hidrogeniônico  
r = Coeficiente de Correlação de Pearson  
Rg = Radiação Global  
s = segundos  
SAB = Índice do Sabor  
SST = Sólidos Solúveis Totais  
SO<sub>2</sub> = Anidrido Sulfuroso ou Dióxido de Enxofre  
UR = Umidade Relativa  
UV = ultravioleta  
UVIBRA = União Brasileira de Viticultura  
V.B. = Vinho Base para Espumante  
v/v = Volume por Volume  
± = Mais ou Menos  
≥ = Maior ou Igual  
≤ = Menor ou Igual  
μ = Micro  
% = Por Cento  
Σ = Somatório  
°Brix = Graus Brix  
°C = Graus Celsius

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>28</b>
<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>28</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>28</b>
 <b>CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	 <b>29</b>
1.1. A VIDEIRA .....	29
1.1.1. Variedade Chardonnay .....	29
1.1.2. Variedade Vermentino.....	31
1.2. EFEITOS DO CLIMA NA VITICULTURA.....	33
1.2.1. Temperatura.....	33
1.2.2. Umidade Relativa do Ar.....	34
1.2.3. Precipitação Pluviométrica.....	35
1.2.4. Radiação Solar.....	36
1.2.5. Índices Bioclimáticos .....	37
1.3. FENOLOGIA DA VIDEIRA.....	37
1.3.1. Brotação.....	38
1.3.2. Floração .....	39
1.3.3. Início da Maturação .....	40
1.3.4. Maturação Tecnológica .....	40
1.3.5. Ponto Ótimo de Colheita para Elaboração de Vinhos Espumantes 42	
1.4. VINHOS ESPUMANTES .....	43
1.4.1. Definição .....	43
1.4.2. Elaboração por Método Tradicional.....	43
1.4.4. Composição Química .....	46
1.4.5. Análises Físico-químicas.....	50
 <b>CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E FENOLÓGICA DAS VARIEDADES CHARDONNAY E VERMENTINO, DESTINADAS A ELABORAÇÃO DE VINHOS ESPUMANTES, EM CAMPO BELO DO SUL/SC .....</b>	 <b>53</b>
2.1. INTRODUÇÃO .....	54
2.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	55
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	57
2.4. CONCLUSÕES.....	71

<b>CAPÍTULO 3 - COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PRODUTIVIDADE DAS VARIEDADES CHARDONNAY E VERMENTINO, DESTINADAS A ELABORAÇÃO DE VINHOS ESPUMANTES EM CAMPO BELO DO SUL/SC .....</b>	<b>73</b>
3.1. INTRODUÇÃO .....	74
3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	74
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	77
3.4. CONCLUSÕES .....	87
 <b>CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA TOMADA DE ESPUMA DOS VINHOS ESPUMANTES, MÉTODO TRADICIONAL, DAS VARIEDADES CHARDONNAY E VERMENTINO DE CAMPO BELO DO SUL/SC .....</b>	 <b>89</b>
4.1. INTRODUÇÃO .....	90
4.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	90
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	95
4.4. CONCLUSÕES .....	114
 <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	 <b>117</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>119</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>137</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>149</b>



## INTRODUÇÃO

A viticultura no Brasil, atualmente conta com uma área plantada de 83,7 mil hectares, e possui uma produção atual de cerca de 600 milhões de quilos de uvas, tanto para consumo *in natura*, quanto para a elaboração de sucos, vinhos finos e vinhos espumantes. A produção brasileira de vinhos e derivados chegou a atingir em 2015 aproximadamente 400 milhões de litros (IBRAVIN, 2016; UVIBRA, 2016).

Dentre os segmentos de produtos originados da uva, o vinho espumante e o suco são aqueles que mais crescem. Enquanto o desempenho comercial de vinhos finos e comuns tem tido um aumento de apenas 6% de 2014 a 2015, a comercialização dos vinhos espumantes cresceu muito mais, principalmente os moscatéis, com um aumento de aproximadamente 37% no mesmo período (MAPA, 2016; UVIBRA, 2016).

A comercialização de vinhos espumantes, elaborados por método tradicional e *charmat*, vem crescendo há anos no país, em 2010 atingiu 8,4 milhões de litros, e em 2015, terminou o ano com cerca de 13 milhões de litros, com um aumento de mais de 50% em quatro anos. De 2014 para 2015, mesmo com o impacto da crise econômica, houve um aumento de quase 15% no desempenho comercial deste produto (IBRAVIN, 2016; UVIBRA, 2016).

Os brasileiros ainda não são grandes consumidores de vinhos em geral, contabilizando anualmente menos de 2,0 litros por habitante, e tratando-se de vinhos espumantes o consumo anual é ainda menor com aproximadamente 0,1 litros (GIOVANNINI; MANFROI, 2009; UVIBRA, 2016).

No entanto, o vinho espumante nacional vem sendo cada vez mais prestigiado internacionalmente, os produtos vêm conquistando medalhas em concursos de renome pelo mundo, sendo cada vez mais aceitos pelo mercado consumidor interno (ALBERT, 2008).

Atualmente, a Serra Gaúcha ainda detém a maior produção brasileira de vinhos espumantes, sendo uma região com tradição centenária na elaboração deste produto, que é considerado o grande nicho da vitivinicultura (RIZZON et al., 2000; IBRAVIN, 2016).

Entretanto, novas zonas vitivinícolas, como Serra Catarinense, vêm despertando para a produção de vinhos espumantes (CALIARI, 2014; CAMPOS, 2015).

Na região da Serra Catarinense, a vitivinicultura avança, conquistando forte espaço no cenário brasileiro. Essa zona caracteriza-se pela recente e moderna produção de vinhos finos de altitude, elaborados com qualidade e tecnologia. O potencial climático desta região para o cultivo de variedades de *Vitis vinifera* L., vem sendo comprovado através de diversas pesquisas com variedades brancas e tintas (GRIS et al., 2010; BURIN et al., 2011; MALINOVSKI et al., 2012; BRIGHENTI et al., 2013; BORGHEZAN et al., 2014).

A elaboração de espumantes de qualidade, inclusive a busca de uma nova variedade adaptada à região e que aporte um diferencial de mercado, tem despertado grande interesse dos vinicultores catarinenses na busca da expansão e consolidação do setor vitivinícola no Estado (CAMPOS, 2015).

Com o intuito de definir o *terroir* de diferentes regiões para a vitivinicultura no Estado de Santa Catarina, foi firmado um convênio entre UFSC, EPAGRI e o Istituto Agrario di San Michele All'Adige (IASMA), para gerar “Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura catarinense”.

Desta forma, foram implantadas 4 unidades experimentais em Santa Catarina (São Joaquim, Campos Novos, Água Doce e Tangará) em 2006, cada uma com 36 variedades. Entre as variedades de uva brancas, estavam a Chardonnay e a Vermentino. Sendo que, desde 2006, uma das variedades que vem apresentando bom desempenho vitícola e enológico é a Vermentino, em todas as unidades implantadas.

Conhecendo os resultados positivos obtidos com a variedade Vermentino no Estado de Santa Catarina, foi firmada entre a FAPESC (Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina) e a Vinícola Abreu Garcia (localizada em Campo Belo do Sul/SC), um projeto de inovação tecnológica, intitulada “Espumantes da Serra Catarinense”, com intuito de estabelecer um sistema de produção de vinhos espumantes da Serra Catarinense, e desenvolver novos produtos para o mercado que expressem as características da região.

Através deste projeto deverão ser lançados no mercado, vinhos espumantes elaborados pelo método tradicional, com as variedades de uva Chardonnay, Pinot Noir e Vermentino oriundas da Serra Catarinense.

O conhecimento e a caracterização de novas regiões vitivinícolas no Brasil, as quais apresentam potencialidades para a elaboração de vinhos espumantes, tais como a região da Serra Catarinense, é indispensável e fundamental para a expansão e consolidação da

vitivinicultura no país. Portanto, faz-se necessário a caracterização do clima, da fenologia, da produtividade e qualidade físico-química das uvas e, conseqüentemente, dos vinhos espumantes produzidos nessa região potencial (MALINOVSKI, 2009).

A variedade Chardonnay é reconhecida em todo o mundo para a elaboração de vinhos espumantes, sendo que a Vermentino não é tão conhecida. Diante desta situação, o presente trabalho objetivou caracterizar o clima e o comportamento vitícola e enológico das variedades Chardonnay e Vermentino, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo 2014/15, nos vinhedos localizados em Campo Belo do Sul/SC (950 m de altitude acima do nível do mar) na Serra Catarinense.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização viti-enológica das variedades Chardonnay e Vermentino, através do monitoramento fenológico e climático, da qualidade e capacidade produtiva das uvas, e da qualidade físico-química apresentada pelos vinhos espumantes ao longo do processo de elaboração por método tradicional; durante o ciclo 2014/2015, na região da Serra Catarinense.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

I. Caracterizar a fenologia em função do clima, das variedades Chardonnay e Vermentino, na região da Serra Catarinense, município de Campo Belo do Sul/SC, durante o ciclo vegetativo 2014/15, de brotação à maturidade (colheita);

II. Avaliar parâmetros da maturação tecnológica e da capacidade produtiva das uvas de ambas as variedades estudadas, visando à elaboração de vinhos espumantes.

III. Acompanhar a elaboração dos vinhos espumantes, método tradicional, de ambas as variedades estudadas por caracterização físico-química, do vinho base ao espumante, com ênfase no período da tomada de espuma;

IV. Avaliar o potencial das variedades estudadas, para a elaboração de vinhos espumantes, método tradicional, de qualidade em Campo Belo do Sul/SC, região da Serra Catarinense.

## CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. A VIDEIRA

A videira é conhecida como uma das espécies frutíferas mais antigas que foi domesticada, conforme o registro de diversas civilizações passadas (SOUZA, 1996).

A planta pertence à família *Vitaceae*, que possui 700 espécies, divididas em 14 gêneros (HEYWOOD, 1993; REYNIER, 1995), e dentre estes, o gênero *Vitis* originário das zonas temperadas do hemisfério norte da América, Europa e Ásia (REYNIER, 1995).

O gênero *Vitis sp.* possui 108 espécies, e é considerado o principal representante da família *Vitaceae*. É o único gênero de importância agrícola, devido à proeminência econômica da uva, largamente consumida *in natura*, ou utilizada como matéria prima para a elaboração de vinhos tranquilos, vinhos espumantes, sucos, vinagres, entre outros produtos (RIAZ et al., 2004; THIS et al., 2006; RAVEN et al., 2007).

A espécie *Vitis vinifera* L., também conhecida como videira europeia caracteriza-se por uma ampla variabilidade morfológica e fisiológica, apresentando frutos de excelente qualidade (ALLEWELDT; POSSINGHAM, 1988).

Sendo assim, existem inúmeras variedades de uva, com colorações de bagas tintas e brancas, sendo que estas variedades são as que possuem maior aptidão enológica, para elaboração de vinhos tranquilos e vinhos espumantes finos (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Atualmente, a espécie é cultivada em todas as regiões temperadas e tropicais do planeta para prover a indústria mundial de vinhos finos (RIAZ et al., 2004; THIS et al., 2006).

#### 1.1.1. Variedade Chardonnay

A Chardonnay é uma variedade da espécie *Vitis vinifera* L., originária da região da Borgonha na França (NOVAKOSKI; FREITAS, 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; GUERRA et al., 2009).

Apresenta flor hermafrodita, cacho pequeno de formato cilindro-cônico e compacto, bagas pequenas de formato esférico e coloração branca com polpa fundente e sabor neutro (EMBRAPA, 2015a).

Nas condições da Serra Gaúcha o comportamento fenológico da variedade apresenta-se com tendência de: brotação no mês de agosto,

floração em outubro, início da maturação em dezembro e maturidade (colheita) no mês de janeiro (GIOVANNINI; MANFROI, 2009; EMBRAPA, 2015a).

Apresentando cerca de 150 dias de duração entre a brotação e a maturidade (EMBRAPA, 2015a). É uma casta de brotação precoce, sujeita a prejuízos causados por geadas tardias (GUERRA et al., 2009).

A Chardonnay tem a capacidade de atingir entre 8-13 toneladas por hectare, e geralmente apresenta teores de sólidos solúveis totais entre 15 e 18°Brix, pH de 3,10 a 3,15 e acidez total titulável entre 80 e 100 meq L<sup>-1</sup> (GIOVANNINI; MANFROI, 2009; EMBRAPA, 2015a).

Com vigor e produtividade média, atinge boa graduação de açúcar em anos favoráveis (GUERRA et al., 2009). Possui média sensibilidade a antracnose, míldio, podridão cinzenta e ácida, e forte sensibilidade ao oídio (GIOVANNINI; MANFROI, 2009; EMBRAPA, 2015a).

É considerada a rainha das uvas brancas, já que é cultivada e vinificada em diversos países (NOVAKOSKI; FREITAS, 2008). Produz vinho branco varietal fino, variando a complexidade de aromas conforme a região onde é produzida. Possui médio potencial de envelhecimento, podendo passar por barricas de carvalho (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

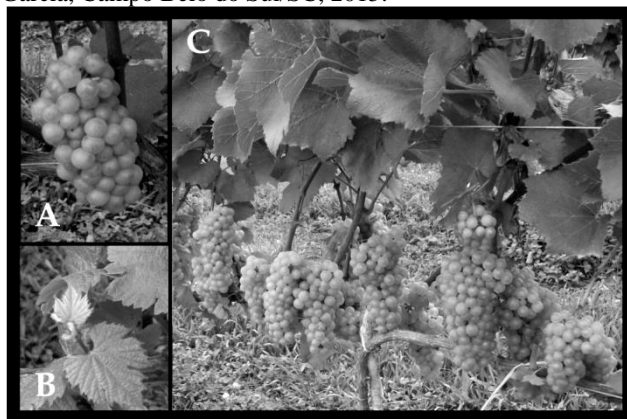
A variedade é a principal uva utilizada para elaboração de vinhos espumantes, sendo uva de presença obrigatória nos champagnes franceses, segundo a denominação de origem controlada da região de *Champagne* (NOVAKOSKI; FREITAS, 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; RIZZON et al, 2009).

No Brasil, a variedade foi primeiramente introduzida na década de 1930 em São Paulo, e chegou ao Rio Grande do Sul em meados de 1948, mas somente na década de 1980 ficou reconhecida na Serra Gaúcha pela elaboração de vinho branco tranquilo e base para espumante (RIZZON et al, 2009).

A Chardonnay possui uma área cultivada estável no Brasil, e seus vinhos e espumantes varietais são os que possuem maiores perspectivas de se manterem no mercado pela qualidade apresentada (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

No Estado de Santa Catarina, sobretudo na Serra Catarinense, a Chardonnay está entre as principais variedades implantadas (BRIGHENTI et al.; 2013; BRIGHENTI et al.; 2014).

Figura 1. Cacho (A), broto (B) e videira (C) da variedade Chardonnay. Vinícola Abreu Garcia, Campo Belo do Sul/SC, 2015.



Fonte: Tamara Cristina Campos (2015)

### 1.1.2. Variedade Vermentino

A Vermentino é uma variedade da espécie *Vitis vinifera* L., com provável origem espanhola, embora muitos acreditem ser italiana. Atualmente é cultivada em grande parte do território da Itália. É considerada idêntica às variedades Favorita e Pigato, apresentando analogia genética a variedade Furmint Húngara (CALÒ et al., 2006).

Apresenta flores hermafroditas, cachos de tamanho médio com formato cilindro-cônico e compacidade média, apresentando bagas de tamanho médio e formato esférico com coloração branca, polpa mucilaginosa, e sabor neutro (CALÒ et al., 2006; EMBRAPA, 2015b). A Vermentino em geral apresenta comportamento fenológico médio tardio (CALÒ et al., 2006).

Nas condições da Serra Gaúcha a fenologia da variedade apresenta-se com tendência de: brotação no mês de setembro, floração em novembro, início da maturação em janeiro, e maturidade (colheita) no mês de fevereiro. Apresentando cerca de 160 dias de duração entre a brotação e a colheita (EMBRAPA, 2015b).

A variedade é considerada média vigorosa, e é capaz de produzir cachos com peso médio entre 180 e 300g (CALÒ et al., 2006). Na Serra Gaúcha a Vermentino tem apresentado uma produção média de 0,42 Kg planta<sup>-1</sup>, com teores médios de sólidos solúveis totais de 19,3° Brix, pH de 3,2 e acidez total de 119,0 meq L<sup>-1</sup>. Também nessa região a variedade apresentou média incidência de antracnose, forte incidência de míldio,

fraca incidência de podridão ácida e ausência de oídio e podridão cinzenta (EMBRAPA, 2015b).

A Vermentino é uma variedade que pode ser usada para consumo *in natura* e para produção de uvas passas, porém, é mais utilizada para a vinificação (CALÒ et al., 2006; RAUSCEDO, 2007; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Sendo assim, além de ser usada para a elaboração de vinhos tranquilos, também é apropriada para gerar vinhos fortificados e espumantes (CALÒ et al., 2006; RAUSCEDO, 2007).

Os vinhos varietais gerados da Vermentino apresentam coloração amarelo-palha com reflexos esverdeados, aroma delicado, e sabor ligeiramente amargo (RAUSCEDO, 2007). A variedade pode gerar descritores sensoriais típicos da variedade Sauvignon Blanc (CALÒ et al., 2006).

No Brasil, a variedade foi introduzida em 1983 na cidade de Bento Gonçalves/RS na Serra Gaúcha, visando à elaboração de vinhos finos, conforme os registros do Banco Ativo de Germoplasma de Uva da Embrapa Uva e Vinho (EMBRAPA, 2015b).

No Estado de Santa Catarina, principalmente na Serra Catarinense a implantação da variedade foi motivada por um projeto no ano de 2006, e desde então ela tem demonstrado boa adaptação e qualidade (BRIGHENTI et al., 2014).

Figura 2. Cacho (A), broto (B) e videira (C) da variedade Vermentino. Vinícola Abreu Garcia, Campo Belo do Sul/SC, 2015.



Fonte: Tamara Cristina Campos (2015)



## 1.2. EFEITOS DO CLIMA NA VITICULTURA

As condições climáticas, sobretudo, apresentam grande importância no cultivo da videira. Inúmeros fatores climáticos são os que podem influenciar a duração dos estádios fenológicos, bem como na maturação das uvas e logo, na qualidade das mesmas (TONIETTO; MANDELLI et. al., 2003; DELOIRE et al., 2005).

Entre os fatores principais estão: a temperatura, a umidade do ar, a precipitação pluviométrica e a radiação; todos estes elementos aliados ao que resta de um *terroir* (solo, variedade e técnicas de cultivo), contribuem para definir o potencial das regiões para a atividade vitivinícola (TONIETTO; MANDELLI et. al., 2003; DELOIRE et al., 2005).

### 1.2.1. Temperatura

A faixa ideal de temperatura para o cultivo da videira está compreendida entre 25°C e 32°C (JACKSON, 2001). Qualquer temperatura abaixo desta faixa ideal limita o crescimento vegetativo, bem como temperaturas acima da faixa reduzem a taxa fotossintética da planta, com o aumento da respiração (GLADSTONE, 1992).

Sendo assim, a atividade fotossintética ideal para regiões de clima ameno, como a região da Serra Catarinense, ocorre com temperaturas próximas de 15 e 20°C (GLADSTONE, 1992).

O desenvolvimento da videira e o início da brotação ocorrem em temperaturas entre 7-11°C (JACKSON; SPURLING, 1988; FITZHARRIS; ENDLICHER, 1996). Entretanto, esse limite de temperatura também depende da latitude, da variedade cultivada, e do ciclo (GALET, 2000).

Portanto, a taxa de desenvolvimento da videira aumenta ou diminui de acordo com o acréscimo da temperatura acima da temperatura basal de 10°C (LOMBARD; RICHARDSON, 1979).

Para o amadurecimento, as uvas necessitam de calor, especialmente nos estádios fenológicos de floração e maturação. Na maturação tecnológica a videira exige temperaturas próximas de 30°C, para que ocorra a metabolização da acidez dos frutos, e a taxa dessa não seja elevada. Porém, a soma de temperatura necessária pode variar, dependendo da variedade, sendo menor nas de ciclo precoce e maior nas de ciclo tardio (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Extremos de temperatura limitam a viticultura. As baixas temperaturas possuem a capacidade de causar danos, lesões e morte nas

videiras, e a tolerância a baixas temperaturas depende do estágio de desenvolvimento, e varia com a espécie e a variedade (JACKSON, 2001; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Na primavera, quando as gemas estão intumescidas, sua suscetibilidade ao dano causado pelo frio aumenta. As espécies de *Vitis vinifera* L. quando estão em dormência suportam até -15°C. Durante o ciclo vegetativo, a videira resiste até -1 a 1°C na abertura das gemas, até -0,5°C na plena floração, e até -0,5°C no fruto jovem (JACKSON, 2001; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

As altas temperaturas também limitam o cultivo da videira, pois, a partir de 39°C até os 45°C ocorre uma redução progressiva nas atividades vitais da planta. Acima destas temperaturas, as atividades cessam e a temperatura de 55°C é letal (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Simon (2014) em estudo com as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon em Campo Belo do Sul/SC, observou em média temperaturas máximas de 26,2°C, temperaturas médias de 19,7°C e mínimas do ar de 15,3°C para o todo o ciclo fenológico das duas variedades.

Nesse mesmo estudo Simon (2014) observou uma amplitude térmica média de 10°C durante os meses da brotação a maturidade, valores semelhantes aos descritos por diversos autores, como Brighenti; Tonietto (2004), Gris et al. (2010) e Borghezani et al. (2011), sendo esta considerada como boa para produção de uvas de qualidade (JACKSON, 2008).

### **1.2.2. Umidade Relativa do Ar**

Este fator climático está ligado e proporciona inúmeras atividades metabólicas na videira. Sendo a absorção de água pela planta maior em condições de baixa umidade relativa do ar. As taxas de respiração e transpiração também aumentam com uma menor umidade relativa (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Nas condições com alta umidade relativa, em geral, há maior incidência de doenças fúngicas da videira, pois, estas condições são propícias ao desenvolvimento dos fungos patológicos (JACKSON, 2001; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Sendo assim, a umidade relativa do ar tida como ideal para o cultivo da videira, está compreendida entre 62% e 68% (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Conforme estudo de Simon (2014) com a variedade Merlot e Cabernet Sauvignon em Campo Belo do Sul/SC, no período de brotação

a maturidade (colheita) observou-se um valor médio acima de 80% de umidade relativa do ar, sendo este valor considerado alto e propício a ocorrência de doenças nas folhas e nos cachos.

### **1.2.3. Precipitação Pluviométrica**

A videira se desenvolve melhor em clima seco, com precipitações pluviométricas entre 400 mm e 600 mm anuais, mas podem desenvolver-se com taxas de precipitação maiores (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Para o desenvolvimento ideal da planta, seria necessário que as chuvas fossem bem distribuídas dentro do período, ou seja, que ocorressem chuvas no início de primavera, para a brotação e crescimento dos ramos, e que o verão fosse seco, para uma completa maturação da uva (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Sendo assim, a precipitação é benéfica para o crescimento e a sobrevivência da videira, em períodos específicos, sendo necessário pelo menos 150-300 mm de precipitação no inverno, para as reservas de umidade acumuladas no solo; e durante os estádios de brotação a início de maturação, seria imprescindível de 250-350 mm para manter o crescimento vegetativo (JACKSON, 2001).

A precipitação no período de maturação, como dito, deve ser menor, para uma melhor graduação em açúcar e sanidade da uva (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Chuvas fortes próximas da colheita podem causar rachaduras nas bagas, tornando-as mais suscetíveis a doenças, e isso não só pode reduzir o rendimento da uva, como afetar a qualidade do vinho (JACKSON, 2001).

Na região sul do Brasil, todos os Estados apresentam chuvas superiores ao limite mínimo para o desenvolvimento da videira. Sendo que, o que pode se tornar limitante ao cultivo da planta nessa região, é o excesso de precipitação pluviométrica (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Malinovski et al. (2012) em estudo com a variedade Cabernet Sauvignon em Campo Belo do Sul/SC observou um total de chuvas acumuladas na fase maturação de 225 mm no ciclo 2007/08. Apresentando menor intensidade de chuvas nos dias próximos à colheita, sendo este um fator positivo para a qualidade dos frutos.

Simon (2014) em estudo com as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot na região da Serra Catarinense (Campo Belo do Sul/SC)

encontrou respectivamente 205 mm e 310 mm de chuvas acumuladas no período de mudança de cor a maturidade (colheita) no ciclo 2012/13.

#### **1.2.4. Radiação Solar**

A videira necessita para o seu desenvolvimento de uma grande quantidade de radiação solar, pois a intensidade e a duração desta geram efeitos significativos sobre a fenologia da planta (GALET, 2000).

A fisiologia da videira pode ser afetada pela radiação de três formas, sendo: quando altera a temperatura dos tecidos, quando ocorre a foto-morfogênese, e pelo fornecimento de energia para a fotossíntese (GALET, 2000).

Para que a fotossíntese da videira tenha as melhores condições, é necessário um determinado número de horas de radiação solar. Em geral, as videiras necessitam durante o período vegetativo, de 1200-1400 horas de radiação acumulada, estes valores ocorrem em todo o Brasil, não sendo um fator limitante para o cultivo da videira no país (BECKER, 1977; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Os ramos da videira que crescem expostos ao sol são mais férteis, sendo mais produtivos e com maiores números de gemas, do que aqueles que crescem na sombra (KOBLET, 1990).

A quantidade certa de radiação solar e de calor durante o início do período vegetativo favorece pontualmente a fertilidade das gemas (BECKER, 1977).

Em baixas taxas de radiação, as videiras podem ter o desenvolvimento da baga mais lento, um atraso no início da mudança de cor, redução nos teores de açúcar, além de diferenças nos níveis de acidez (SMART, 1985; DOKOOZLIAN; KLEWER, 1996).

A alta luminosidade favorece a formação da uva com elevado teor de açúcar e baixo teor de ácidos no momento da maturação. Em geral, quanto maior a incidência de radiação solar, melhor será a qualidade da uva (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Malinovski et al. (2012) em estudo com a variedade Cabernet Sauvignon em Campo Belo do Sul/SC, no ciclo 2007/08, observou para o período de maturação os valores máximos de radiação global ( $R_g$ ) de  $1.086 \text{ W m}^{-2}$  e radiação fotossinteticamente ativa (PAR) de  $2.278 \text{ } \mu\text{mol ftons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Para Simon (2014) os maiores valores médios horários registrados no período de maturação das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon de  $R_g$  e PAR foram, respectivamente, de  $837,4 \text{ W m}^{-2}$  e

1.364,3  $\mu\text{molfotons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , para Campo Belo do Sul/SC no ciclo 2012/13.

Campo Belo do Sul/SC apresenta boa incidência de radiação com boa duração, sendo que, neste local a incidência da radiação solar ocorre mais cedo e no final do fotoperíodo com mais intensidade. Sendo assim, ponto de saturação entre 800 a 1000  $\mu\text{molfotons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  é alcançado entre 8 e 9 horas e termina entre 18 e 19 horas (VIEIRA et al., 2011; SIMON, 2014).

Esse comportamento se explica pela localização de Campo Belo do Sul/SC mais a oeste, apresentando menor influência da umidade proveniente do mar e menor nebulosidade (MALINOVSKI et al., 2012; SIMON, 2014).

### 1.2.5. Índices Bioclimáticos

Existem vários índices bioclimáticos aplicados à viticultura, os mesmos são utilizados para entender-se a variabilidade do clima na viticultura em nível mundial, pois são relacionados às exigências das variedades de uva, à qualidade da colheita e a tipicidade dos vinhos (MANDELLI, 2002; TONIETTO; CARBONNEAU, 2004). Entre estes, há dois índices principais: Índice Winkler (IW) e Índice Huglin (IH).

O Índice Winkler é um índice climático vitícola desenvolvido por Winkler et al. (1980), que classifica a região com base nos valores encontrados para a Soma Térmica expressa em graus-dia (GD) (JONES et al., 2010).

O Índice Huglin (IH) desenvolvido por Huglin (1978) estima o potencial heliotérmico de uma condição climática específica, com base nos valores de temperatura média, temperatura máxima e coeficiente de correção de latitude (HALL; JONES, 2010).

Segundo Simon (2014) no ciclo 2012/13 a região de Campo Belo do Sul/SC foi classificada como Região III ou amena pelo Índice de Winkler, resultados semelhantes foram relatados por Falcão et al. (2010) e é classificada como região temperada pelo índice Huglin.

A classificação de Winkler semelhante também foi observada em regiões vitícolas como: o Vale do Rhône na França, Napa e Sonoma nos Estados Unidos (HALL; JONES, 2010).

## 1.3. FENOLOGIA DA VIDEIRA

O estudo da fenologia abrange diferentes etapas do desenvolvimento das plantas, que é empregado para caracterizar as

mesmas, correlacionadas às condições ambientais para uma região determinada. Na viticultura esse estudo possui grande importância no que tange a adaptação da videira, caracterizando a duração das fases de desenvolvimento da planta, em relação ao *terroir* (BAILLOD; BAGGIOLINI, 1993; JONES; DAVIS, 2000).

A caracterização das fases do desenvolvimento fenológico da videira em relação ao ambiente, traz informações para interpretar-se de que maneira a região e as condições climáticas interagem com a cultura, já que, como se sabe, o clima, principalmente, exerce forte influência sobre o desenvolvimento da planta (JONES; DAVIS, 2000).

As videiras cultivadas em regiões de clima temperado apresentam ciclos vegetativos sucessivos intercalados por períodos de repouso. O ciclo vegetativo é dividido em vários períodos: aquele que inicia da brotação até o fim do crescimento (período de crescimento); aquele que inicia na floração e vai até a maturação dos frutos (período reprodutivo); aquele desde a parada do crescimento à maturação dos ramos (período de amadurecimento dos tecidos) (MANDELLI et al., 2003).

Dentre estes períodos do ciclo vegetativo, existem estádios que podem ser avaliados, tais como: brotação, floração, início da maturação e maturidade das bagas (até o ponto ótimo de colheita) (BAILLOD; BAGGIOLINI, 1993).

### **1.3.1. Brotação**

A brotação consiste no estágio fenológico, em que as gemas da videira mostram uma ponta verde, sendo os primeiros tecidos visíveis da folha (BAILLOD; BAGGIOLINI, 1993; COOMBE, 1995). No início da brotação as brácteas externas, que protegem a gema, se abrem, começando a expandir os primórdios foliares (IPPOLITO, 2004).

Esse estágio geralmente ocorre ao final do inverno, quando a média diária de temperatura ambiente se encontra em torno de 11°C. Mas, também pode depender de fatores, como: a orientação e a exposição do vinhedo, a variedade de uva e a exposição da gema (IPPOLITO, 2004).

Na videira a brotação também é dependente da poda, pois, a poda realizada mais cedo adianta a brotação, e a poda tardia atrasa a entrada no estágio (MARTÍN; DUNN, 2000).

A brotação da videira apresenta acrotonia, isto é, o efeito de dominância apical, na qual ocorre uma brotação mais vigorosa no ápice dos ramos (GIL, 1999). A dominância apical atrasa e pode impedir a brotação das gemas basais, por inibição correlativa (HIDALGO, 1993).

O efeito do clima sobre a brotação, também é fator importante, pois, o estágio fenológico tem ocorrência mais tardia e homogênea em climas continentais e setentrionais, do que em climas temperados meridionais. Em climas subtropicais ou tropicais, por exemplo, a brotação é muito irregular e marcada pela dominância apical (HIDALGO, 1993).

Por fim, existe uma série de fatores que influenciam a ocorrência da brotação, dentre eles destaca-se: a temperatura (o aumento acelera a brotação, bem como, quando se apresenta baixa, retarda o estágio, sendo o fator mais determinante); o stress hídrico (falta de água pode retardar a brotação); a disponibilidade de nutrientes (sobretudo os compostos nitrogenados atuam acelerando o processo); o emprego de fitoreguladores (hormônios sintéticos como cianamida hidrogenada, induzem a brotação em casos onde os demais fatores não são suficientes) (LAVEE; MAY, 1997; GIL, 1999; MARTÍN; DUNN, 2000).

### **1.3.2. Floração**

A floração ou antese consiste na plena maturação da estrutura floral para cumprir o papel reprodutivo, sendo quando as flores contidas na inflorescência estão abertas e aptas à polinização (BAILLOD; BAGGIOLINI, 1993; GIL, 1997).

Em meados da primavera, ocorre esse estágio fenológico, em que a corola se abre e os estames e pistilos maturam (HIDALGO, 1993; GIL, 1997).

Antes da floração, ocorre uma complexa sucessão de eventos, sendo: indução, diferenciação, e iniciação floral (GIL, 1997; HERNÁNDEZ, 2000).

A floração ocorre 8-10 meses após esses eventos. Dependendo da região geográfica e do clima, o tempo que leva entre a brotação e a floração é de aproximadamente dois meses (MAY, 2000).

Quando o crescimento longitudinal começa a reduzir, as flores que se desenvolvem simultaneamente com os brotos estão prontas para abrir (WINKLER, 1980).

O estágio de floração geralmente inicia quando a temperatura média diária atinge cerca de 20°C. Embora a floração também esteja regulada por outro fator, como o maior número de horas de luz solar incididos (WINKLER, 1980).

A qualidade da luz e o somatório de interceptação luminosa também possuem efeitos importantes, sendo que os ramos que recebem

maior quantidade de luz têm melhor fertilidade que ramos sombreados. Sendo assim, a sombra pode evitar ou reduzir a formação de flores (GIL, 1997).

### **1.3.3. Início da Maturação**

Este estágio fenológico, também chamado de *veraison*, é o momento em que a uva branca inicia a mudança de consistência das bagas e a película torna-se translúcida. Esse fenômeno ocorre de forma rápida, podendo ocorrer em apenas um dia, em condições adequadas (BLOUIN; GUIMBERTEAU, 2000).

Nesse estágio as bagas acumulam rapidamente açúcares, mas não aumentam o volume de forma significativa (LAVÍN, 1985).

Além da translucidez da película ocorrem mudanças estruturais nos frutos, tais como: a consistência das bagas torna-se flexível, deformando-se facilmente quando aplicada pressão; a composição química muda, aumentando os açúcares (principalmente glicose e frutose), devido a uma mobilização das reservas do tronco e das raízes; diminuem as concentrações de ácidos orgânicos; a película da epiderme se recobre de pruína (cera), para evitar perda de água via transpiração, regulando a temperatura da baga (BLOUIN; GUIMBERTEAU, 2000; RYBÉREAU-GAYON et al., 2006a; CONDE et al., 2007).

### **1.3.4. Maturação Tecnológica**

Neste período ocorre a mais significativa mudança bioquímica das uvas, na qual a concentração de sólidos solúveis totais (sobretudo os açúcares glicose e frutose) começa a aumentar de forma acelerada, e simultaneamente ocorre a diminuição dos ácidos orgânicos (especialmente ácido málico) (HIDALGO, 1993; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Durante a maturação o conteúdo de açúcares que é sintetizado, principalmente pela fotossíntese das folhas e também pelas bagas, aumenta através da mobilização das reservas rumo ao cacho via floema (maior quantidade), e pela transformação do ácido málico em açúcares nas bagas (menor quantidade) (WINKLER, 1980; ROBINSON, 1996; REYNIER, 2002). A perda de água nas bagas também causa a concentração dos açúcares (GIL, 1997).

Na composição da uva os açúcares encontrados são: rafinose, estaquiase, melibiose, maltose, galactose, sacarose, glicose e frutose. Com exceção dos três últimos açúcares citados, os demais não são



fermentescíveis pela levedura, e não influenciam as características sensoriais do vinho. Porém, o predomínio dos açúcares presentes na baga é nas formas de glicose e frutose (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

No fluxo dos açúcares para o cacho, via floema, os mesmos são transportados na forma de sacarose, que é hidrolisada em glicose e frutose na baga pela enzima invertase (ROBINSON, 1996; GIL, 1997; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Quando as bagas ainda estão verdes elas contêm principalmente glicose, mas ao final da mudança de cor a quantidade de frutose aumenta e fica em proporção quase igual à glicose, dependendo da variedade. Na sobrematuração da baga a frutose é o açúcar predominante (HIDALGO, 1993; REYNIER, 2002; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

A acumulação dos açúcares na baga depende de muitos fatores, tais como: relação carbono-nitrogênio (C-N) da planta; variedade (genótipo); condição climática do ciclo (soma térmica e radiação solar); vigor da planta; estado sanitário da videira; regime hídrico; e o conjunto de práticas culturais (sistema de condução, carga de produção e adubação) (REYNIER, 2002; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Na composição da uva os principais ácidos orgânicos presentes são: tartárico, málico, cítrico, ascórbico e fosfórico; porém, 90% dos ácidos totais das bagas são o tartárico e o málico (WINKLER, 1980; HIDALGO, 1993).

Os ácidos orgânicos são sintetizados pelas folhas e pelas bagas verdes, e sua degradação ocorre durante a fase de maturação. O processo de degradação é afetado pela temperatura, quantidade de água que se acumula na baga, e pela migração de substâncias alcalinas procedentes das raízes. Este último fator está ligado ao equilíbrio do pH, relação ácido/base, das uvas, que depende do conteúdo relativo de ácidos e de potássio (REYNIER, 2002; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

As substâncias pécticas, como: protopectina, pectina e ácido péctico; presentes na composição da baga são quem determinam a textura das mesmas, sofrendo grande mudança durante a maturação. A protopectina encontra-se, principalmente nas paredes primárias das células, transformando-se em pectina, à medida que a uva amadurece, tornando as bagas mais macias (HIDALGO, 1993; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

A definição de maturação completa da uva não é absoluta. A maturação tecnológica corresponde à época ótima de colheita, definida

de acordo com o objetivo, tipo de produto (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

### **1.3.5. Ponto Ótimo de Colheita para Elaboração de Vinhos Espumantes**

A uva é uma fruta não climatérica, que possui baixa taxa respiratória, pois, não matura após a colheita (NEIRA, 2005; MANICA; POMMER, 2003).

Os teores de açúcares e de ácidos permanecem inalterados depois das uvas serem colhidas. Sendo assim, é de essencial importância que a colheita seja realizada no ponto ideal de maturação (COOMBE, 1992; GUERRA, 2003; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

O monitoramento dos teores de ácidos orgânicos e dos açúcares é importante fator para a determinação do ponto ótimo de colheita das uvas, destinadas à elaboração de vinhos finos e espumantes. Quando as análises de teor de açúcares e acidez total são realizadas conjuntamente, possibilitam uma avaliação mais ampla da relação açúcar/acidez das uvas (GUERRA; 2002; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

A maturação da uva é geralmente monitorada a partir do estágio de início de maturação, para avaliar o momento mais propício da realização da colheita e obter uma composição adequada do ponto de vista enológico (BAILLOD; BAGGIOLINI, 1993; RYBÉREAU-GAYON et al., 2006b; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Também dever ser monitorado o estado fitossanitário das uvas. (JACKSON, 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009). A qualidade fitossanitária é um aspecto fundamental na elaboração de vinhos espumantes. Uvas com problemas de podridão comprometem a qualidade do vinho base e consequentemente do espumante, interferindo na cor através da oxidação e provocando aromas e sabores desagradáveis (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006a).

Quando se visa à elaboração de vinhos espumantes, os parâmetros são diferentes dos estimados para a elaboração dos vinhos tranquilos. Já que ocorrerá uma segunda fermentação, o vinho base espumante não deve obter graduação alcoólica elevada, para estar apto a inoculação de leveduras, e ainda, como o produto deve apresentar frescor, é necessária a preservação dos ácidos orgânicos das uvas (JACKSON 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Os teores de açúcares e ácidos ideais para a colheita são: entre 17-19 °Brix e aproximadamente 110 meq L<sup>-1</sup> de ácido tartárico

(RIZZON et al., 2000; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; VALADE, 2015).

#### 1.4. VINHOS ESPUMANTES

##### 1.4.1. Definição

Vinhos espumantes são aqueles obtidos após duas fermentações. A primeira fermentação é executada com a mesma tecnologia utilizada para vinho branco tranquilo, ou *rose*, e este é denominado vinho base. A segunda fermentação pode ser realizada de duas formas: na própria garrafa ou em grandes tanques herméticos, as autoclaves (GUERRA et al., 2009; JACKSON, 2009; REYNOLDS, 2010).

Na segunda fermentação o gás carbônico é retido, gerando “borbulhas” de forma ascendente, conhecidas como *perlage*, proporcionando uma camada de espuma na superfície da bebida (SOUSA, 2005; JACKSON, 2009). Segundo a Lei nº10.970 de 12 de novembro de 2004, a Lei do Vinho, a definição de vinho espumante para o Brasil consiste:

Art. 11. Champanha (*Champagne*), Espumante ou Espumante Natural é o vinho cujo anidrido carbônico provém exclusivamente de uma segunda fermentação alcoólica do vinho em garrafas (método *Champenoise*/ tradicional) ou em grandes recipientes (método *Chaussepied/ Charmat*), com uma pressão mínima de 4 (quatro) atmosferas a 20°C (vinte graus Célsius) e com teor alcoólico de 10% (dez por cento) a 13% (treze por cento) em volume.<sup>1</sup>

##### 1.4.2. Elaboração por Método Tradicional

Para a elaboração de um vinho espumante através do método tradicional, primeiramente é necessário elaborar-se um vinho de base, para então se começar o processo de tomada de espuma (JACKSON, 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; REYNOLDS, 2010).

---

<sup>1</sup>BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Lei nº 10.970, de 12 de novembro de 2004, que altera dispositivos da Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências.

O vinho de base é elaborado através da tecnologia tradicional para vinho branco, com todas as estabilizações finais, e deve apresentar típicas características, tais como: cor pálida, aroma frutado, baixo nível de açúcar residual, moderada graduação alcoólica, e baixa acidez volátil (JACKSON, 2008; REYNOLDS, 2010; TORRESI et al., 2011).

Esse vinho de base deve ser misturado ao licor de tiragem, que consiste na mistura de: açúcar, levedura selecionada, clarificante (geralmente bentonite), e pequenas doses de anidrido sulfuroso; na proporção correta para produzir a pressão de CO<sub>2</sub> desejada (ZOECKLEIN, 2002; JACKSON, 2008; REYNOLDS, 2010).

Estima-se que 4,0-4,3 g de açúcar por litro são necessários para produzir 1,0 atm de pressão, sendo o teor de CO<sub>2</sub> desejado no espumante final com cerca de 6,0 atm (JACKSON, 2008; JACKSON, 2009).

O clarificante irá atuar como facilitador no posterior processo de remuagem, e o anidrido sulfuroso atuará inibindo os efeitos de oxidação no líquido (ZOECKLEIN, 2002; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; TORRESI et al., 2011).

O *cuvée* (vinho de base + licor de tiragem) é envasado na garrafa onde recebe o *bidule* e a tampa de metal (coroa), para que ocorra o processo da segunda fermentação. Os *bidules* ajudam a evitar fugas e o contato do líquido com o metal da coroa; além disso, ajudam no processo de degola, pois as borras se alocam em seu espaço vazio (JACKSON, 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; TORRESI et al., 2011).

As garrafas são armazenadas em locais especiais, geralmente uma adega climatizada, sem oscilações de temperatura e com pouca incidência de luz. O sistema de armazenamento da garrafa pode ser feito por empilhamento diretamente no piso, ou no interior de caixas ou gaiolas, otimizando espaço e processos posteriores (ZOECKLEIN, 2002; JACKSON, 2008; TORRESI et al., 2011).

Durante o tempo de armazenamento ocorre a segunda fermentação no interior da garrafa, onde o CO<sub>2</sub> é formado, e na sequência ocorrem também os processos de estabilização e o envelhecimento em contato as leveduras (MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ; PUEYO, 2009; TORRESI et al., 2011).

Em meio anaeróbio a levedura irá consumir os açúcares e produzir álcool, formando também o gás carbônico que ficará retido no líquido formando o *perlage* da bebida (JACKSON, 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

A taxa de formação do *perlage* depende das leveduras, da temperatura e do vinho de base. Porém, geralmente uma segunda fermentação em temperaturas de 10-15°C se completa dentro 0,5-1,5 meses (JACKSON, 2008).

O progresso da fermentação deve ser constantemente monitorado por análises físico-químicas do nível residual de açúcares, e também através do controle de pressão interna da garrafa (TORRESI et al., 2011).

Após a segunda fermentação, as leveduras entram em autólise (morrem) formando uma borra na garrafa e o espumante pode ficar maturando em contato com essas leveduras (maturação *sur lie*) (GIOVANNINI; MANFROI, 2009; JACKSON, 2009; TORRESI et al., 2011).

Durante este tempo, que pode durar de meses a anos, o vinho espumante amadurece contribuindo, assim, para o desenvolvimento de aromas que caracterizam o produto (JACKSON, 2008; JACKSON, 2009; TORRESI et al., 2011).

Terminada a maturação, as garrafas partem para o processo de remuagem, que consiste na colocação das garrafas em estruturas inclinadas chamadas *pupitres* (cavaletes de madeira com orifícios para acoplar as garrafas). Nessas estruturas, um movimento giratório das garrafas é executado diariamente de forma manual, cerca de ¼ de volta por dia, conduzindo as borras de fermentação ao bico da garrafa, com a mesma em posição vertical (JACKSON, 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; GUERRA, et al., 2009).

Hoje em dia, este método foi substituído por sistemas automatizados, onde se podem mover todas as garrafas simultaneamente (JACKSON, 2008; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ; PUEYO, 2009).

Os bicos das garrafas são resfriados até 4-10°C e congelados juntamente com as borras, por imersão em uma solução congelante, passando pelo processo de degola, onde se retira a tampa, e a borra é expelida, pela ação da pressão do gás carbônico interno, restando apenas o líquido límpido dentro da garrafa (GIOVANNINI; MANFROI, 2009; GUERRA et al., 2009; TORRESI et al., 2011).

A parte final do método tradicional é a adição do licor de expedição, que consiste na adição uma solução, que pode ser composta de: açúcar, vinho, destilado vínico, anidrido sulfuroso e ácido cítrico. Esse processo também serve para ajuste do volume da garrafa e dos níveis de açúcar do produto final. Depois disso é feita a rolhagem com inserção da gaiola e a rotulagem do produto (ZOECKLEIN, 2002; GUERRA, et al., 2009; TORRESI et al., 2011).

#### 1.4.4. Composição Química

O vinho espumante, assim como outros tipos de vinhos, apresenta uma composição dinâmica variável. Sua estrutura não depende unicamente das variedades de uvas empregadas, mas também dos fatores agrícolas (clima, solo, manejo), do processo utilizado na elaboração, da idade e da safra (AQUARONE et al., 2001; CHEYNIER, 2006). Sendo assim, a composição química dos vinhos espumantes é variável de acordo com o *terroir*.

##### 1.4.4.1. Açúcares

Boa parte dos açúcares presentes nos vinhos espumantes é sintetizado durante o processo da fotossíntese vegetal (JACKSON, 2008).

Nas uvas os açúcares mais abundantes são a glicose e a frutose, sendo que contém ainda pequena quantidade de açúcares não fermentescíveis (JACKSON, 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

A sacarose é um açúcar fermentescível que raramente é encontrado nas uvas das variedades da espécie *Vitis vinífera* L.. A sacarose presente no mosto ou vinho (por meio natural, adição na chaptalização, ou no preparo do licor de tiragem), será enzimaticamente hidrolisada em glicose e frutose, durante o processo de fermentação alcoólica (JACKSON, 2008; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

Ao longo do processo de fermentação, a glicose e a frutose são metabolizadas pelas leveduras, que por sua vez produzem compostos, como: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), etanol, glicerol, etc. Porém, as leveduras metabolizam preferencialmente a glicose, resultando em uma diferença da concentração dos dois açúcares ao longo do processo (DAUDT; SIMON, 2001; TRONCHONI et al., 2009).

Esta diferença, citada anteriormente, resulta na predominância da frutose durante as últimas fases do processo, a qual acaba por ser fermentada sob condições de estresse para a levedura, com baixa disponibilidade de nutrientes e altos níveis de etanol (TRONCHONI et al., 2009).

Dentre os açúcares residuais, a arabinose possui a maior concentração nos vinhos base para espumante (VIDAL et al., 2004). Nos vinhos espumantes, a manose é o açúcar residual mais abundante (MARTINEZ-RODRIGUEZ; POLO, 2000).

Diferente dos demais açúcares, a manose é originada durante a autólise das leveduras, no período de envelhecimento dos vinhos

espumantes, pois sua origem está nas manoproteínas liberadas na quebra da parede celular das leveduras (HUMBERT-GOFARD et al., 2004; FEUILLAT, 2003).

#### 1.4.4.2. Ácidos Orgânicos

Os principais ácidos encontrados nos vinhos espumantes são: tartárico, málico, cítrico, láctico, acético e succínico. Outros ácidos orgânicos podem ser encontrados, porém em baixas concentrações (BELITZ; GROSCH, 1999; PEYNAUD, 1999).

As concentrações dos ácidos orgânicos nos vinhos espumantes dependem da variedade de uva, condições ambientais e eventos metabólicos ocorridos durante o processo de vinificação e armazenamento (BATISTA et al., 2010).

O ácido tartárico é um dos ácidos mais importantes na uva e no vinho devido às suas propriedades químicas e organolépticas, resistência à degradação bacteriana e ao turvamento proteico (SALES et al., 2001; BATISTA et al., 2010).

Por ser um ácido forte, o tartárico atribui ao vinho espumante um pH entre 2,8 e 4,0. Em concentrações adequadas o mesmo é responsável pelo frescor e fineza dos produtos (RIZZON; MIELE, 2002).

O ácido málico é formado na hidrólise dos açúcares nos tecidos vegetais, é pouco estável, sendo catabolizado durante a maturação da uva (FLANZY, 2003).

Ao longo da fermentação malolática dos vinhos, que ocorre posteriormente a fermentação alcoólica, o ácido málico é convertido em ácido láctico. Por isso, somente pequenas quantidades do málico são encontradas nos vinhos espumantes, e outros vinhos. O málico também pode ser metabolizado por algumas espécies bacterianas acéticas e, por isso, sua concentração pode diminuir durante a dita fermentação acética (ZOTOU et al., 2004).

O ácido láctico é produzido principalmente através da fermentação malolática, como já exposto anteriormente. Essa fermentação é conduzida por bactérias ácido-láticas, que são capazes de se multiplicar em condições com alto teor de etanol, baixo pH, e presença de dióxido de enxofre. Durante a malolática as bactérias produzem uma enzima que catalisa a reação de descarboxilação do ácido málico, formando ácido láctico (JACKSON, 2008).

O ácido láctico contribui para a complexidade de aromas e sabores do vinho espumante e confere estabilidade microbiológica (VILJAKAINEN; LAAKSO, 2000).

O ácido cítrico é encontrado em menor concentração nos vinhos espumantes e nos vinhos em geral. Este ácido pode ser metabolizado por alguns microrganismos, produzindo ácido acético. Quando necessário, o ácido cítrico é adicionado aos vinhos para aumentar a acidez. O ácido acético é um componente natural do mosto e dos vinhos, geralmente presente em pequenas quantidades, porém pode ser formado rapidamente em vinhos expostos ao oxigênio, por ação das bactérias acéticas (JACKSON, 2008).

O ácido succínico é um produto da fermentação alcoólica e é encontrado em pequenas quantidades nos vinhos espumantes e outros, contribuindo para a quantidade de acidez total. Este ácido caracteriza-se por ser precursor de ésteres, que por sua vez melhoram as características sensoriais dos vinhos espumantes durante o envelhecimento (ZOTOU et al., 2004).

De modo geral, os ácidos orgânicos apresentam uma grande contribuição na estabilidade dos vinhos, principalmente dos brancos, como no caso dos vinhos base para espumante (RIBEREAU-GAYON et al., 2006b; JACKSON, 2008). Suas propriedades conservantes auxiliam na estabilidade microbiológica e físico-química dos vinhos espumantes.

#### 1.4.4.3. Alcoóis

Alcoóis são compostos orgânicos que contêm um ou mais grupos hidroxila (-OH) ligados a átomos de carbono. Os alcoóis simples contêm somente um grupo hidroxila, enquanto os dióis e os polióis contêm dois ou mais grupos hidroxilas, respectivamente; os fenóis são constituídos por grupos hidroxila ligados a anéis aromáticos (CLARKE; BAKKER, 2004).

Os alcoóis são produzidos nos vinhos espumantes tanto na primeira como na segunda fermentação, gerando também os aromas secundários (BOSCH-FUSTÉ et al., 2007).

Dentre os alcoóis produzidos durante a fermentação alcoólica, o etanol apresenta maior importância para os vinhos em geral, incluindo os espumantes (ZOECKLEIN et al., 1995).

Sendo que é o composto mais abundante depois da água, possuindo uma concentração de 10-14%. Os demais alcoóis representam 0,5% do total. O etanol é proveniente principalmente da transformação do açúcar natural da uva pela fermentação do mosto (RIBEREAU-GAYON et al., 2006b).

O etanol desempenha importante papel na estabilidade, envelhecimento e propriedades sensoriais dos vinhos espumantes.



Durante a fermentação alcoólica o aumento da concentração deste álcool limita o crescimento de microrganismos indesejáveis, permitindo a predominância da levedura fermentadora *Sacharomyces cerevisiae*. Além disso, é um importante co-solvente na extração de compostos aromáticos e atua como um reagente essencial na formação de diversos compostos voláteis (JACKSON, 2008).

Outro álcool simples, presente nos vinhos espumantes e outros vinhos, em pequenas concentrações, é o metanol, que não apresenta nenhum impacto organoléptico. É formado pela hidrólise enzimática dos grupos metoxila das pectinas durante o processo da fermentação alcoólica. Como as uvas apresentam baixa concentração de pectinas, o vinho em geral, é a bebida fermentada com a menor quantidade de metanol (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

Alcoóis com mais de dois átomos de carbono, em geral, são denominados alcoóis superiores ou alcoóis fúseis. Eles estão presentes em uvas saudáveis, porém em quantidades insignificantes, diversos deles são produzidos durante a fermentação alcoólica e tem uma concentração no vinho de 150-550 mg L<sup>-1</sup> (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; JACKSON, 2008). Baixos teores destes alcoóis são requeridos para a qualidade aromática dos vinhos espumantes e outros, enquanto níveis mais elevados podem mascarar outros aromas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b). Os alcoóis superiores mais importantes nos vinhos são: o 1-propanol, o álcool isobutírico, o 2-metil-1-butanol e o álcool isoamílico (JACKSON, 2008).

Dentre os polióis, o glicerol é o álcool que possui maior concentração nos vinhos em geral, incluindo os espumantes, depois da água e do etanol, sendo formado no início da fermentação alcoólica pelas leveduras, este álcool atribui um caráter de suavidade na percepção gustativa dos vinhos espumantes (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; JACKSON, 2008).

#### 1.4.4.4. Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos constituem uma classe de metabólitos secundários que se encontram presentes tanto nas uvas e como nos vinhos em geral, incluindo os espumantes. A concentração e constituição dos compostos fenólicos no vinho são influenciadas pelo ambiente ao qual a uva é exposta. Durante a maturação, diversas mudanças químicas ocorrem e essas modificações alteram a quantidade e a qualidade do perfil de polifenóis (GARRIDO; BORGES, 2011).

Os compostos fenólicos são importantes parâmetros de qualidade nos vinhos espumantes. Contribuem com as características sensoriais, particularmente associados com a cor bem como com o nível oxidativo. Também são conhecidos pelos benefícios para a saúde humana, onde atuam como antioxidantes (STEFENON et al., 2010).

Os compostos fenólicos da uva e do vinho pertencem a dois grandes grupos: não-flavonóides (ácido hidróxibenzóico e cinâmico e seus derivados estilbenos e alcoóis fenólicos) (BURIN et al., 2011), e os flavonóides (antocianinas, flavanóis, flavonóis e os dihidro-flavonóis) (MORENO-ARRIBAS; POLO 2009).

Dentre os compostos fenólicos não-flavonóides temos os ácidos fenólicos, os quais são divididos em dois grupos principais: os ácidos benzoicos (sete átomos de carbono, C6-C1) e, os ácidos cinâmicos (nove átomos de carbono, C6-C3), esses compostos existem predominantemente como ácido hidroxibenzóico e ácido hidroxicinâmico, em formas livres ou conjugadas (GARRIDO; BORGES, 2011).

Os ácidos cinâmicos encontram-se nas uvas e em grande parte nos vinhos, sob a forma de ésteres do ácido tartárico e sua importância está relacionada à facilidade com que são oxidados (MORENO-ARRIBAS; POLO 2009).

Os flavonoides mais comuns no vinho são os flavonóis, as catequinas e as antocianinas, também são encontradas pequenas concentração de leucoantocianinas. Os flavonóides podem encontrar-se livres ou polimerizados com outros flavonóis, com açúcares, com não flavonóis ou com combinações desses. Os esterificados com açúcares são denominados glicosilados, e os polimerizados com não flavonoides são chamados acil derivados ou acilados (JACKSON, 2008).

#### **1.4.5. Análises Físico-químicas**

Para a elaboração de vinhos de qualidade, é necessária a utilização adequada de metodologias laboratoriais, através das análises físico-químicas, além dos cuidados realizados no vinhedo e na vinícola. Sendo de extrema importância o conhecimento das técnicas analíticas básicas empregadas na avaliação da composição físico-química do vinho e os parâmetros utilizados (para comprovar o seu enquadramento) nos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação brasileira (RIZZON, 2010).

Estes parâmetros gerados mediante análises físico-químicas servirão, portanto, para verificar se os vinhos espumantes elaborados

estão de acordo com os parâmetros esperados para um vinho espumante oriundo de método tradicional, conforme os valores estimados, que são encontrados na literatura do tema e na legislação brasileira.

Com base em alguns trabalhos realizados com vinhos espumantes, os parâmetros analíticos geralmente determinados, são: densidade, grau alcoólico, teor de açúcares totais, pressão, extrato seco total, extrato seco reduzido, relação álcool em massa/extrato seco reduzido, acidez total, acidez volátil, acidez fixa, pH, teores de anidrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) livre e total, índice de polifenóis totais, cor em A<sub>420</sub> nm, cinzas e alcalinidade das cinzas (POZO-BAYÓN et al., 2010; TORCHIO et al., 2011; CALIARI et al., 2014).

A densidade nos vinhos espumantes reflete a influência líquida dos materiais dissolvidos. A densidade varia em função do extrato seco, do teor de açúcar e do grau alcoólico (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006a). O grau alcoólico do vinho espumante representa a soma da graduação alcoólica do vinho base com a graduação alcoólica gerada na segunda fermentação (RIZZON et al., 2000).

Os açúcares totais dos vinhos espumantes representam a soma dos açúcares redutores remanescentes do mosto que permaneceram no vinho base e no vinho espumante depois da segunda fermentação, com a quantidade adicionada no licor de expedição do espumante maturado e finalizado (PEYNAUD, 1982; FLANZY, 2003). O teor de açúcar determina a categoria do espumante em *nature*, *extra-brut*, *brut* ou *demi-sec* (BRASIL, 2004; BRASIL, 2014).

A acidez do vinho espumante, é avaliada através da determinação da acidez total titulável (ATT), do pH, da acidez volátil e da acidez fixa (RIZZON et al., 2000). Esses parâmetros estão relacionados ao grau de maturação da uva, às variedades empregadas e também à forma de extração do mosto (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006a).

A acidez volátil do vinho espumante determina o teor de ácido acético do mesmo. O vinho espumante de qualidade deve apresentar baixo teor de acidez volátil. Valores baixos indicam que o vinho base já apresentava teor baixo e que a segunda fermentação ocorreu sem participação de bactérias acéticas. Teores elevados de acidez volátil representam vinhos alterados no aroma e no sabor (PEYNAUD, 1982; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006a).

O extrato seco do vinho espumante representa a soma do conjunto de substâncias fixas do vinho, sendo estas, ácidos orgânicos, elementos minerais, açúcares, substâncias nitrogenadas e glicerol. O extrato seco representa as substâncias que atribuem estrutura ao vinho (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

A cor ou característica cromática, avaliada na absorbância de 420 nm, mede a intensidade da cor amarela do vinho espumante. Valores elevados deste índice, indicam que são vinhos de média a alta de intensidade de cor, o que muitas vezes estão relacionados com a oxidação dos mesmos (RIZZON et al., 2008). Neste sentido, valores baixos do índice são indicativos de vinhos espumantes de baixa intensidade de cor e sem problemas de oxidação.

As cinzas representam os elementos minerais presentes no vinho espumante. A alcalinidade das cinzas indica o grau de salificação dos ácidos orgânicos do vinho espumante, especialmente o ácido tartárico (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

## **CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E FENOLÓGICA DAS VARIEDADES CHARDONNAY E VERMENTINO, DESTINADAS A ELABORAÇÃO DE VINHOS ESPUMANTES, EM CAMPO BELO DO SUL/SC**

### **RESUMO**

Estudos comprovam que a região da Serra Catarinense possui potencial para produzir uvas europeias. A produção dessas uvas na região é recente e há poucas informações técnicas disponíveis a respeito da fenologia em relação ao clima, visando à elaboração de vinhos espumantes. O objetivo deste capítulo foi caracterizar a fenologia e determinar as variáveis climáticas durante o desenvolvimento vegetativo e produtivo das variedades Chardonnay e Vermentino, destinadas à elaboração de vinhos espumantes, em Campo Belo do Sul/SC, região da Serra Catarinense, no ciclo 2014/15. Os dados climáticos avaliados foram: temperaturas do ar mínimas, médias e máximas, umidade relativa (UR), radiações global (Rg) e fotossinteticamente ativa (PAR) e precipitação pluviométrica. Através dos dados climáticos foram estimados: amplitude térmica, somatório térmico (graus-dia), índices de Winkler e Huglin. Os estádios fenológicos avaliados foram: brotação, floração, início da maturação e maturidade (colheita). O ciclo fenológico da Chardonnay apresentou-se com 144 dias, de 26/ago/14 a 16/jan/15 (precoce). O ciclo da Vermentino apresentou-se com 146 dias, de 28/set/14 a 20/fev/15 (tardio). Os ciclos apresentaram extensão semelhante. As temperaturas mínimas (14,2 e 15,6°C), médias (18,8 e 20,1°C) e máximas (24,9 e 26,3°C) do ar, observadas ao longo do ciclo da Chardonnay e Vermentino, respectivamente, foram maiores no ciclo da Vermentino. As temperaturas mínimas demonstraram o risco de geadas tardias na brotação da Chardonnay por ser precoce, o que não ocorreu com a Vermentino (tardia). As amplitudes térmicas registradas para o ciclo da Chardonnay de 10,7°C e Vermentino de 10,8°C foram semelhantes, sendo consideradas adequadas para a produção de uvas com qualidade. Para o ciclo fenológico observaram-se valores da soma de precipitação pluviométrica e da UR similares para Chardonnay (774 mm e 83%) e Vermentino (785 mm e 83%). Os volumes de precipitação e a UR foram mais altos na maturação da Chardonnay. Observou-se que Campo Belo do Sul/SC apresenta incidência de radiação, no período de maturação das variedades (verão), com boa duração e intensidade, apresentando valores da média/horária máxima, atingida às 13h, da Rg e PAR de 722 W m<sup>-2</sup> e 1.411 μmolfotons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para Chardonnay e 715 W m<sup>-2</sup> e 1.400 μmolfotons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para a Vermentino. As variedades

apresentaram valores próximos para as radiações. O ciclo da Chardonnay apresentou soma térmica menor de 1.374 GD que o da Vermentino 1.599 GD. O ciclo da Vermentino apresentou maior soma térmica por ter ocorrência tardia e abranger os meses mais quentes. O índice de Winkler classificou Campo Belo do Sul/SC para o ciclo 2014/15 como Região III e o Índice de Huglin como região temperada. Conclui-se que as condições climáticas evidenciam boa disponibilidade térmica, amplitude térmica, radiação global e PAR e, conseqüentemente, um adequado desenvolvimento fenológico das variedades Chardonnay e Vermentino, demonstrando que Campo Belo do Sul/SC é uma região potencial para produção de uvas para elaboração de vinhos espumantes.

**Palavras-chave:** *Vitis vinifera* L.. Serra Catarinense. Soma térmica.

## 2.1. INTRODUÇÃO

Os fatores ambientais estão fortemente relacionados com a fenologia da videira (JONES et al., 2010; BOCK et al., 2011; BORGHEZAN et al., 2014).

Diversos autores relatam sobre a interação entre os fatores climáticos e a extensão dos estádios fenológicos. Entre os fatores destacam-se: a temperatura e a umidade relativa do ar, a precipitação pluviométrica e a radiação solar (JONES et al., 2010; FIORILLO et al., 2012; BOCK et al., 2011; BRIGHENTI, 2014).

A relação destes fatores com o ambiente, em especial com o solo, a variedade de uva e as técnicas de cultivo, são responsáveis pela potencialidade vitivinícola de cada região, dentro da definição de *terroir*, bem como pela produtividade e qualidade das uvas (BONNARDOT et al., 2001).

Diferentes índices bioclimáticos foram desenvolvidos, possibilitando a classificação de diversas regiões vitivinícolas, bem como a caracterização das exigências térmicas de todas as variedades, tendo em vista seu completo desenvolvimento. Entre os principais índices, sendo os mais utilizados, destacam-se: o Índice de Winkler (WINKLER et al., 1974) e o Índice de Huglin (HUGLIN, 1978; HALL; JONES, 2010; JONES et al., 2010).

Nas últimas décadas a vitivinicultura nacional vem se destacando na implantação de variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) em novas regiões de cultivo. Essas regiões estão criando uma forte identidade, novos *terroirs*, pela diversidade em relação às condições ambientais, sistemas de cultivo e recursos genéticos de ampla variabilidade

(MALINOVSKI et al., 2012; BRIGHENTI et al., 2013; BORGHEZAN et al., 2014; BRIGHENTI et al., 2014).

Os vinhos finos e espumantes de altitude produzidos na Serra Catarinense, região superior a 900 metros, vêm se destacando nacionalmente por sua qualidade. Acredita-se que a região possua uma aptidão especial para produção de uvas de *Vitis vinifera* L. (ROSIER, 2006; GRIS et al., 2010; MALINOVSKI et al., 2012; BRIGHENTI et al., 2013; BORGHEZAN et al., 2014).

Nos últimos anos vem ocorrendo um crescente interesse para a elaboração de vinhos espumantes na Serra Catarinense (CALIARI et al., 2014; CAMPOS et al., 2015).

No entanto essa região necessita de maiores conhecimentos técnico-científicos para o desenvolvimento da atividade vitivinícola, bem como averiguar a potencialidade local e as variedades promissoras para a elaboração de vinhos espumantes.

Tendo em vista esses aspectos, o objetivo deste capítulo foi caracterizar a fenologia e as variáveis climáticas, durante o desenvolvimento vegetativo e produtivo das variedades Chardonnay e Vermentino, destinadas à elaboração de vinhos espumantes, em Campo Belo do Sul/SC, região da Serra Catarinense, no ciclo 2014/15.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1. Área Experimental e Material Vegetal

A unidade experimental foi composta de dois vinhedos comerciais conjugados, pertencentes a vinícola Abreu Garcia, situados em altitude de 950 metros, no município de Campo Belo do Sul/SC, com latitude 27°40'4"S. e longitude 50°44'48"W.

As variedades avaliadas foram Chardonnay e Vermentino, durante o ciclo 2014/15. Os vinhedos foram implantados em 2011, tendo as plantas três anos de idade. As plantas são enxertadas sobre Paulsen 1103 e sustentadas em sistema do tipo espaldeira, com espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas e conduzidas em cordão esporonado simples com duas gemas por esporão.

Cada variedade ocupa a área de um hectare de vinhedo com mais de 300.000 plantas. Para avaliação de cada variedade, o delineamento experimental adotado foi o completamente casualizado, composto por 50 plantas com 5 repetições de 10 plantas (ANEXO A).

### 2.2.2. Fenologia

As avaliações da fenologia das plantas de videira foram realizadas semanalmente, pela mesma pessoa, da brotação à maturidade (colheita), no ciclo 2014/15.

Para a definição dos estádios fenológicos da videira utilizou-se a metodologia proposta por Baillod e Baggiolini (1993) (ANEXO B). Os principais estádios de desenvolvimento descritos foram:

B – brotação: quando 50% das gemas estão em estágio de ponta verde, avaliada a partir da data da poda de inverno;

F – floração: quando 50% das flores estão abertas;

IM – início da maturação: quando 50% das bagas apresentam coloração da epiderme translúcida, levando em consideração a consistência da baga;

MC – maturidade (colheita): definida como a data da colheita, com base na avaliação da composição físico-química das bagas, para elaboração de vinhos espumantes, de 17-19° Brix e 110 meq L<sup>-1</sup>; e a sanidade dos cachos.

Foi determinado o número de dias para brotação, floração, início da maturação e maturidade (colheita).

### 2.2.3. Monitoramento Climático

O monitoramento climático foi realizado através dos dados climáticos obtidos da Estação Meteorológica Automática Telemétrica da EPAGRI/CIRAM, localizada na área experimental.

Os parâmetros climáticos avaliados foram: temperatura máxima, média e mínima do ar (°C), umidade relativa do ar - UR (%), precipitação pluviométrica (mm), radiação solar global -  $R_g$  (W m<sup>-2</sup>) e radiação fotossinteticamente ativa - PAR (μmolfótons m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>).

Os dados e informações foram processados na EPAGRI/CIRAM e dispostos em tabelas e textos acessíveis através de um Sistema de Informações (base WEB-Epagri). Através dos dados obtidos foi estimada a amplitude térmica (°C).

#### 2.2.3.1. Requerimento Térmico

Para caracterizar as exigências térmicas e classificar a região vitivinícola de Campo Belo do Sul/SC foram estimados os índices bioclimáticos: índice Winkler – IW (WINKLER et al., 1974) e índice Huglin - IH (HUGLIN, 1978; HALL; JONES, 2010).



Com os dados de temperatura do ar (°C), foi estimada, conforme a fórmula abaixo, a soma térmica expressa em graus-dia (GD) de acordo com Winkler (WINKLER et al., 1974; JONES et al., 2010):

$$GD = \Sigma \text{máximo} \{[(T \text{ máxima} + T \text{ mínima})/ 2] - 10,0\} \quad (1)$$

O índice de Huglin (IH), também chamado de índice heliotérmico, considera além da temperatura média, a temperatura máxima e o coeficiente de correção de latitude, dado pela equação:

$$IH = \Sigma \text{máximo} \{[(T \text{ média} - 10) + (T \text{ máxima} - 10)]/ 2\} * k \quad (2)$$

O coeficiente \*k é um ajuste entre a latitude e o comprimento do dia, sendo considerado de 1,02 a 1,06 para as latitudes entre 40° e 50° (HUGLIN, 1978; HALL; JONES, 2010). No entanto, foi realizada uma correlação entre esses valores e a latitude dos vinhedos de Campo Belo do Sul/SC (latitude 26°) obtendo-se o valor de \*k = 0,94.

Para a estimativa de ambos os índices, considerou-se a temperatura base de 10°C, térmica mínima necessária ao desenvolvimento da videira (HALL; JONES, 2010; JONES et al., 2010), sendo avaliado o ciclo da brotação - B à maturidade (colheita) - MC para as variedades Chardonnay e Vermentino.

## 2.2.4. Análise Estatística

Os dados coletados foram avaliados através de estatísticas descritivas: média, desvio padrão e coeficiente de variação.

## 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1. Fenologia

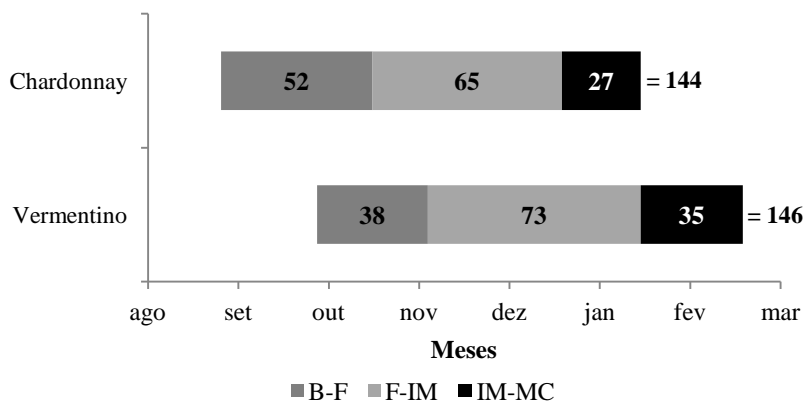
Os estádios fenológicos avaliados foram brotação, floração, início da maturação e maturidade (colheita) das variedades Chardonnay e Vermentino no ciclo 2014/15 em Campo Belo do Sul/SC.

Na Tabela 1 estão apresentadas as datas da ocorrência plena dos estádios fenológicos das variedades Chardonnay e Vermentino. Na Figura 3 são apresentadas as durações cronológicas, em dias, dos subperíodos fenológicos de ambas as variedades estudadas.

Tabela 1. Datas da fenologia das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.

Variedade	Brotação	Floração	Início da Maturação	Maturidade (colheita)
Chardonnay	26/ago	17/out	21/dez	16/jan
Vermentino	28/set	05/nov	17/jan	20/fev

Figura 3. Duração cronológica em dias para cada subperíodo fenológico das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.



B = brotação. F = floração. IM = início da maturação.  
MC = maturidade (colheita).

A variedade Chardonnay apresentou o período de brotação à maturidade (colheita) (B-MC) de 26/ago/2014 a 16/jan/2015, com 144 dias e a variedade Vermentino de 28/set/2014 a 20/fev/2015, com 146 dias, em Campo Belo do Sul/SC.

Observou-se que a duração do ciclo das variedades foi semelhante, com uma diferença 2 dias, embora a ocorrência ao longo do ano seja de cerca de um mês de antecipação para a variedade Chardonnay.

Segundo Mandelli et al. (2003) o comprimento médio do ciclo (B-MC) da Chardonnay apresentado na Serra Gaúcha foi de 150 dias, de 23/ago a 24/jan. Para Brighenti et al. (2013) o comprimento médio do ciclo da Chardonnay em São Joaquim/SC foi de 208 dias, de 18/ago a

13/mar. Observou-se que o ciclo da variedade apresentado em Campo Belo do Sul/SC tem a duração em dias e a ocorrência das datas mais próxima ao encontrado na Serra Gaúcha.

Para a variedade Vermentino, conforme Brighenti et al. (2013) o comprimento médio do ciclo (B-MC) encontrado para São Joaquim/SC foi de 207 dias, de 08/set a 13/abr. Para Malinovski (2013) o comprimento médio do ciclo da Vermentino apresentado em Água Doce/SC foi de 184 dias, de 20/set a 04/abr.

Segundo dados do Banco Ativo de Germoplasma da Uva da Embrapa Uva e Vinho, para as condições da Serra Gaúcha o ciclo médio da Vermentino é de 160 dias, de 16/set a 24/fev (EMBRAPA, 2015b).

Com base nos dados citados anteriormente, observou-se que o ciclo da variedade Vermentino apresentado em Campo Belo do Sul/SC tem a duração em dias e a ocorrência das datas mais próxima ao encontrado na Serra Gaúcha.

A variedade Chardonnay é classificada como precoce e a variedade Vermentino como tardia, de acordo com as datas apresentadas para a brotação (BRIGHENTI et al., 2013). A mesma classificação é encontrada para a Chardonnay na Serra Gaúcha segundo Mandelli (2003) e Guerra et al. (2009); e também em São Joaquim/SC por Brighenti et al. (2013).

Resultados semelhantes para essa classificação da Vermentino foram encontrados por Malinovski (2013) em Água Doce/SC, e por Brighenti et al. (2014) em São Joaquim/SC.

Acredita-se que as diferenças da brotação, entre as duas variedades, estejam relacionadas com a necessidade de frio para a superação da dormência. Em uma variedade precoce, como a Chardonnay, a brotação é antecipada porque um menor número de horas de frio é necessário para a superação da dormência (BRIGHENTI et al., 2013).

Variedades de brotação precoce como a Chardonnay, eventualmente estarão expostas ao risco de danos causados pela ocorrência de geadas tardias em locais de altitude elevada (GUERRA et al., 2009). No entanto, a variedade Vermentino, por apresentar brotação tardia, poderá não sofrer danos na maioria dos anos

O subperíodo entre a brotação e a floração (B-F), foi de 52 dias para a variedade Chardonnay, de 26/ago a 16/out/2014 e 38 dias para a variedade Vermentino, de 28/set a 04/nov/2014. Observou-se que a extensão deste subperíodo foi maior para a variedade Chardonnay, com uma diferença de 14 dias em relação à Vermentino. Para a variedade Vermentino a ocorrência começou 33 dias depois da Chardonnay.

A Chardonnay por ser uma variedade precoce permaneceu mais tempo no período vegetativo que a Vermentino. Fisiologicamente isso favorece os aparatos fotossintéticos ocasionando maior acúmulo e distribuição de carboidratos na planta, e consequentemente acelera o processo de maturação dos frutos (MANDELLI et al., 2003; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

O subperíodo entre a floração e o início da maturação (F-IM), foi de 65 dias para a variedade Chardonnay, de 17/out a 20/dez/2014 e 73 dias para a variedade Vermentino, de 05/nov/2014 a 16/jan/2015. Observou-se que a extensão deste subperíodo foi maior para a Vermentino, com uma diferença de 8 dias, e ocorrência 20 dias depois da Chardonnay.

Nas condições da Serra Gaúcha a variedade Chardonnay possui comportamento fenológico com tendência média de floração em outubro e início da maturação em dezembro (MANDELLI, 2003; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; EMBRAPA, 2015a). Na mesma região a fenologia da Vermentino apresenta-se com tendência média de floração em novembro e início da maturação em janeiro (EMBRAPA, 2015b).

Observou-se que a ocorrência do subperíodo de F-IM apresentado por ambas as variedades estudadas em Campo Belo do Sul/SC é próximo ao encontrado para as mesmas variedades na Serra Gaúcha.

Para o subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita) (IM-MC), a duração foi 27 dias para Chardonnay, de 21/dez/2014 a 16/jan/2015 e 35 dias para a variedade Vermentino, de 17/jan a 20/fev/2015. A extensão deste subperíodo foi menor para a Chardonnay, com 8 dias de diferença e a ocorrência da Vermentino 27 dias depois.

Entre os estádios fenológicos avaliados, a maior diferença de duração cronológica (dias) foi no subperíodo entre a brotação e a floração (B-F) das variedades Chardonnay e Vermentino.

### **2.3.2. Variáveis Climáticas**

Os dados climáticos foram avaliados da brotação à maturidade (colheita), durante o ciclo 2014/15, das variedades Vermentino e Chardonnay, compreendendo os meses de agosto/2014 a fevereiro/2015 em Campo Belo do Sul/SC.

A Tabela 2 apresenta as médias das temperaturas máximas, médias, mínimas, amplitude térmica, e somatório da precipitação pluviométrica para os subperíodos fenológicos das variedades estudadas.

Tabela 2. Médias das temperaturas mínima, média, máxima, amplitude térmica e somatório de precipitação, para os subperíodos fenológicos das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.

Variedade	Subperíodos Fenológicos	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Amplitude Térmica (°C)	Precipitação Pluviométrica (mm)
Chardonnay	B-F	11,6 ± 3,8	16,2 ± 3,7	22,2 ± 4,9	10,7 ± 4,1	264
	F-IM	15,0 ± 2,4	19,8 ± 2,0	25,9 ± 2,9	11,0 ± 3,0	272
	IM-MC	17,4 ± 1,8	21,3 ± 2,1	27,4 ± 3,6	10,1 ± 2,7	238
	B-MC	14,2 ± 3,6	18,8 ± 3,4	24,9 ± 4,4	10,7 ± 3,4	774
	CV%	25,4	18,0	17,5	31,9	
Vermentino	B-F	14,1 ± 2,8	18,7 ± 3,3	24,9 ± 4,8	10,7 ± 3,7	196
	F-IM	15,8 ± 2,6	20,4 ± 2,0	26,5 ± 3,0	10,7 ± 2,9	415
	IM-MC	16,7 ± 1,9	21,1 ± 1,6	27,5 ± 2,3	10,9 ± 2,1	174
	B-MC	15,6 ± 3,5	20,1 ± 2,5	26,3 ± 3,5	10,8 ± 2,9	785
	CV%	22,6	12,4	13,5	27,2	

As médias foram apresentadas com ± desvio padrão. B = brotação, F = floração, IM = início da maturação, MC = maturidade (colheita), CV = coeficiente de variação.

### 2.3.1.1. Temperaturas do Ar

Para todo o ciclo fenológico (B-MC) da variedade Chardonnay, observou-se as médias das temperaturas máxima, média e mínima do ar inferiores as médias observadas para o ciclo da Vermentino (Tabela 2).

As médias das temperaturas máxima, média e mínima do ar apresentaram valores próximos para ambas as variedades nos subperíodos de floração a início da maturação (F-IM) e de início da maturação a maturidade (colheita) (IM-MC).

A maior diferença na média das temperaturas máxima, média e mínima do ar encontradas entre o ciclo das duas variedades foi no subperíodo de brotação a floração (B-F), com menores temperaturas para a Chardonnay (Tabela 2).

As temperaturas menores encontradas no subperíodo B-F, justificam a maior diferença de extensão deste subperíodo entre as variedades, onde foi mais extenso para a variedade Chardonnay em função de a variedade estar sob influência de temperaturas mais baixas.

Nos meses que ocorreram as brotações (agosto e setembro), em ambas as variedades, verificou-se que as temperaturas médias tiveram um aumento em relação aos meses anteriores, estimulando assim a brotação. Observou-se que as médias das temperaturas médias do ar, entre a poda e a brotação, foram de 14,3 e 16,5 °C, para Chardonnay e Vermentino, respectivamente.

Nas Figura 4, 5 e 6 apresentam-se as variações diárias das temperaturas máxima, média e mínima do ar, respectivamente, para os ciclos fenológicos das variedades estudadas em Campo Belo do Sul/SC. Observou-se uma tendência de aumento das temperaturas máxima, média e mínima ao longo do ciclo das duas variedades.

As temperaturas máximas variaram ao longo do ciclo da variedade Chardonnay de 13,7 a 32,4°C. Ao longo do ciclo da Vermentino as temperaturas variaram de 15,1 a 32,4°C.

Segundo Back et al. (2012), temperaturas extremas acima de 35°C, inibem ou bloqueiam os processos fisiológicos e bioquímicos da videira, sendo prejudicial para cultura. Porém, as temperaturas máximas observadas durante todo o ciclo fenológico das variedades estudadas demonstram potencial para o desenvolvimento vitícola da região.

As temperaturas médias variaram ao longo do ciclo da variedade Chardonnay de 7,6 a 24,6°C. Ao longo do ciclo da Vermentino as temperaturas variaram de 12,2 a 24,6°C.

Figura 4. Variação diária da temperatura máxima do ar (°C) para os ciclos fenológicos 2014/15 das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC.

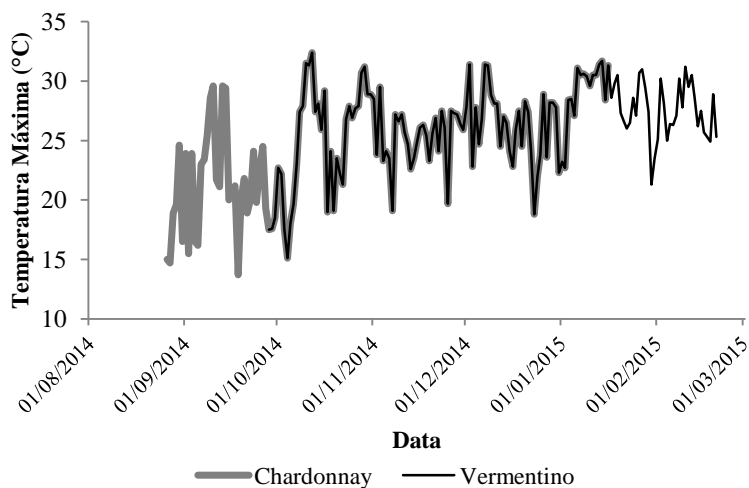


Figura 5. Variação diária da temperatura média do ar (°C) para os ciclos fenológicos 2014/15 das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC.

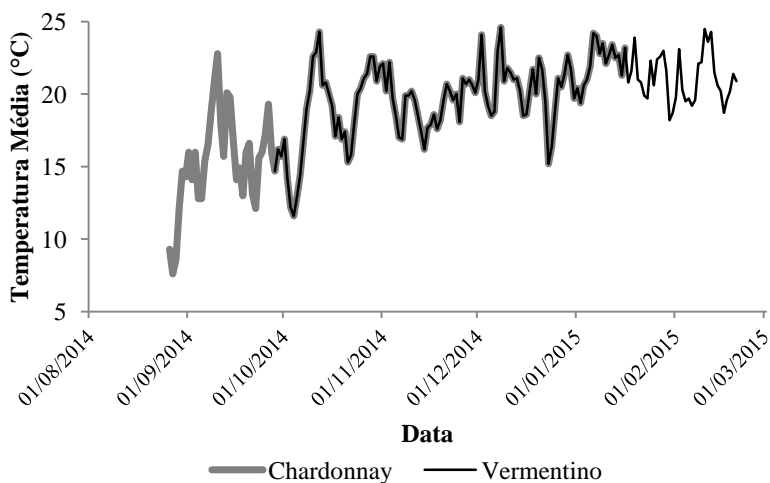
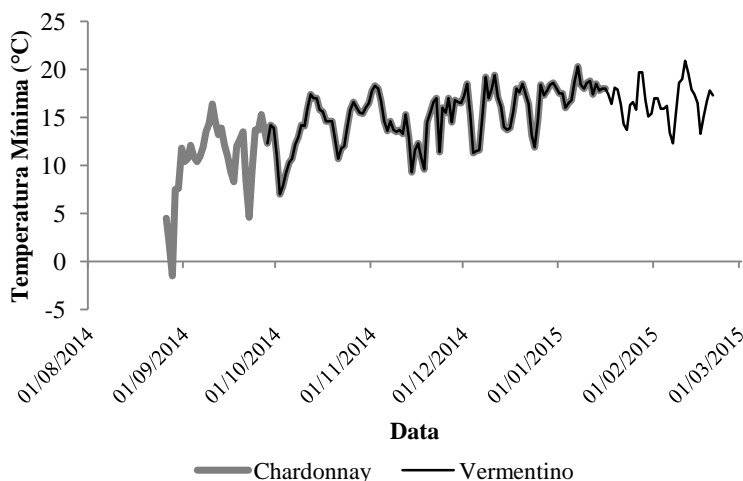


Figura 6. Variação diária da temperatura mínima do ar (°C) para os ciclos fenológicos 2014/15 das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC.



As temperaturas mínimas variaram ao longo do ciclo da variedade Chardonnay de -1,5 a 20,3°C. Ao longo do ciclo da Vermentino as temperaturas variaram de 7,0 a 20,9°C.

A menor temperatura mínima registrada para o ciclo da variedade Chardonnay, de -1,5 em 28/ago/2014, acarretou na ocorrência de uma geada tardia, que incidiu dois dias depois da data de brotação da variedade (26/ago/2014). Como as gemas se apresentavam em torno de 50% em estágio de ponta verde no momento da geada o desenvolvimento vegetativo da Chardonnay não foi prejudicado.

As temperaturas mínimas registradas para Campo Belo do Sul/SC no ciclo 2014/15 evidenciam o risco de geadas tardias, podendo prejudicar a brotação de variedades precoces como a Chardonnay.

Em regiões de topoclimas propensos a ocorrência de geadas tardias, como as regiões de altitude da Serra Catarinense, recomenda-se o uso de variedades de brotação tardia, como a Vermentino, para tentar evitar os danos potenciais dessas geadas (MANDELLI et al., 2003).

#### 2.3.1.2. Amplitude Térmica

Observou-se a média da amplitude térmica de 10,7°C para todo o ciclo fenológico (B-MC) da variedade Chardonnay, similar à média da



amplitude térmica de 10,8°C observada para o ciclo da Vermentino (Tabela 2).

As amplitudes térmicas observadas para todo o ciclo fenológico das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, foram semelhantes aos descritos por diversos autores, como Brighenti e Tonietto (2004), Gris et al. (2010) e Borghezán et al. (2011), que relataram uma amplitude térmica média de 10 °C para todo o ciclo, sendo boa para produção de uvas de qualidade (JACKSON, 2008).

As temperaturas mínimas influem na manutenção da acidez das uvas, portanto é imprescindível ressaltar que a amplitude térmica observada na região de estudo abrange médias de temperaturas entre 14-25°C, o que demonstra a importância das regiões de elevada altitude, que possuem as temperaturas mínimas mais baixas, contribuindo com a variável de interesse enológico.

### 2.3.1.3 Precipitação Pluviométrica e Umidade Relativa

Para todo o ciclo fenológico (B-MC) da variedade Chardonnay observou-se a soma da precipitação pluviométrica de 774 mm e média da umidade relativa do ar (UR) de 83%. Observou-se soma da precipitação de 785 mm e média da UR de 83% para o ciclo da Vermentino (Tabela 2 e APÊNDICE A).

Levando-se em consideração a extensão do ciclo fenológico de ambas as variedades, as mesmas apresentaram valores similares de UR e soma da precipitação pluviométrica (com 5,38 mm dia<sup>-1</sup> para ambas as variedades).

Os valores observados de precipitação podem ser considerados normais quando comparados com regiões vitivinícolas tradicionais de outros países, uma vez que, para a atividade vitícola se recomenda de 700 a 800 mm de precipitação pluviométrica durante o ciclo fenológico total (JACKSON; LOMBARD, 1993).

A Figura 7 apresenta o somatório da precipitação pluviométrica (mm) e a UR (%) para cada subperíodo fenológico da variedade Chardonnay em Campo Belo do Sul/SC. A Figura 8 apresenta o somatório da precipitação pluviométrica (mm) e a UR (%) para cada subperíodo fenológico da variedade Vermentino em Campo Belo do Sul/SC.

Figura 7. Somatório da precipitação (mm) e médias da umidade relativa do ar (%), para cada subperíodo fenológico avaliado para a variedade Chardonnay, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.

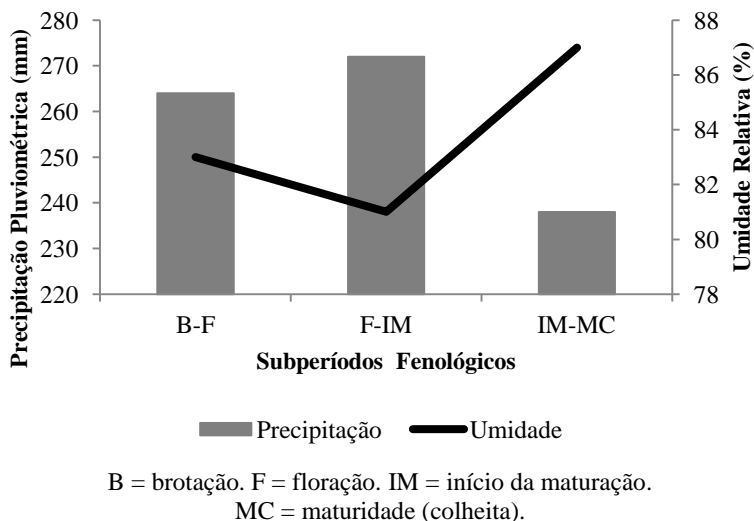
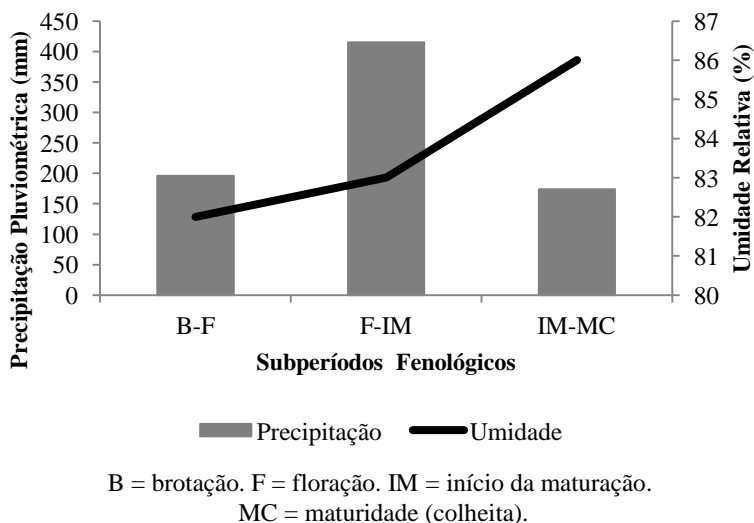


Figura 8. Somatório da precipitação (mm) e médias da umidade relativa do ar (%), para cada subperíodo fenológico avaliado para a variedade Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.



Para o subperíodo B-F, com extensão de 52 dias para Chardonnay e 38 dias para Vermentino, a soma da precipitação foi de 264 e 196 mm e a UR foi de 83 e 82%, para as variedades Chardonnay e Vermentino, respectivamente (APÊNDICE A).

Considerando a extensão do subperíodo B-F, observou-se que a UR e a soma da precipitação (5,08 e 5,16 mm dia<sup>-1</sup>, para Chardonnay e Vermentino respectivamente) foram próximos para ambas as variedades.

No subperíodo da F-IM, compreendido na estação de primavera, com duração de 65 dias para Chardonnay e 73 dias para Vermentino, observaram-se a soma de precipitação de 272 e 415 mm e a UR de 81 e 83%, para as variedades Chardonnay e Vermentino, respectivamente (APÊNDICE A).

Levando-se em consideração a extensão do subperíodo F-IM, observou-se que a variedade Vermentino apresentou valores maiores de UR e soma da precipitação (com 4,18 e 5,68 mm dia<sup>-1</sup> para Chardonnay e Vermentino, respectivamente).

Durante o subperíodo IM-MC, com extensão de 27 e 35 dias para Chardonnay e Vermentino, respectivamente, encontrou-se para a variedade Vermentino 174 mm de precipitação e 86% de UR. Para a variedade Chardonnay, durante o mesmo período, foram 238 mm de precipitação e 87% de UR (APÊNDICE A).

Considerando a extensão do subperíodo IM-MC observou-se que a UR foi próxima para ambas as variedades e a soma da precipitação foi muito maior para a Chardonnay (8,81 mm dia<sup>-1</sup>) em relação a Vermentino (4,97 mm dia<sup>-1</sup>).

Segundo Malinovski et al. (2012) em estudo com a variedade tinta Cabernet Sauvignon em Campo Belo do Sul/SC, a soma de precipitação pluviométrica encontrada, para o subperíodo IM-MC, foi de 224,6 mm, no ciclo 2007/08. Para Simon (2014) foi registrada a soma de precipitação pluviométrica média de 257,5 mm, para o mesmo subperíodo, das variedades tintas Cabernet Sauvignon e Merlot em Campo Belo do Sul/SC, no ciclo 2012/13.

Com base nestes dados, observou-se que a soma da precipitação apresentada no período de maturação da variedade Chardonnay é próxima aos valores encontrados para o mesmo período das variedades tintas na mesma região, embora o comprimento deste subperíodo para as tintas seja maior. Sendo assim, tem-se que os volumes de precipitação foram elevados para a maturação da Chardonnay.

Em geral, quando ocorrem elevadas precipitações na maturação da uva, a colheita é realizada em estágio menos avançado, para evitar

perdas com doenças fúngicas nos cachos, o que pode ser menos prejudicial quando se visa à elaboração de vinhos espumantes, já que se colhem as uvas com menores teores de sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT), para preservar o frescor do produto (RIZZON et al., 2000; OLIVEIRA, 2007; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

#### 2.3.1.4. Radiação Solar

As curvas com as médias horárias da radiação solar global -  $R_g$  ( $W m^{-2}$ ) e da radiação fotossinteticamente ativa - PAR ( $\mu molfotons m^{-2} s^{-1}$ ), durante o subperíodo IM-MC das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, estão apresentadas nas Figuras 9 e 10, respectivamente.

Os maiores valores médios/horários observados no subperíodo de mudança de cor das bagas a maturidade (colheita) (MDC-MC) da variedade Chardonnay de  $R_g$  e PAR foram, respectivamente, de  $722 W m^{-2}$  e  $1.411 \mu molfotons m^{-2} s^{-1}$  (registrados às 13h); e para a variedade Vermentino foram de  $715 W m^{-2}$  e  $1.400 \mu molfotons m^{-2} s^{-1}$  (registrados às 13h).

Observou-se que a incidência das radiações em Campo Belo do Sul/SC durante o verão, se estende de 6h até às 19h 30min. Nesta região para ambas as variedades a faixa de saturação entre 800 a 1.000  $\mu molfotons m^{-2} s^{-1}$  da PAR, é alcançado entre as 9-10 horas da manhã e termina entre as 16-17 horas da tarde. Resultados semelhantes foram obtidos por Vieira et al. (2011) quando compararam a disponibilidade de radiação solar entre as regiões de Campo Belo do Sul/SC e Pech Rouge na França.

A atividade fotossintética das folhas de videira responde de maneira linear ao aumento de radiação até valores situados entre 500 a 700  $\mu molfotons m^{-2} s^{-1}$  até chegar ao ponto de saturação por luz entre 800 a 1.000  $\mu molfotons m^{-2} s^{-1}$  (REGINA, 1993), neste ponto ocorre a inflexão na curva de luz reduzindo a eficiência quântica da fotossíntese, o que não quer dizer que deixe de ocorrer fotossíntese, visto que a fotossíntese máxima geralmente ocorre com valores próximos a 2.000  $\mu molfotons m^{-2} s^{-1}$  (SILVA, 2011).

Durante o desenvolvimento fenológico de ambas as variedades a radiação PAR foi satisfatória para o adequado desenvolvimento da videira e realização da atividade fotossintética.

Figura 9. Valores médios horários da radiação solar global –  $R_g$  ( $W m^{-2}$ ), durante o subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.

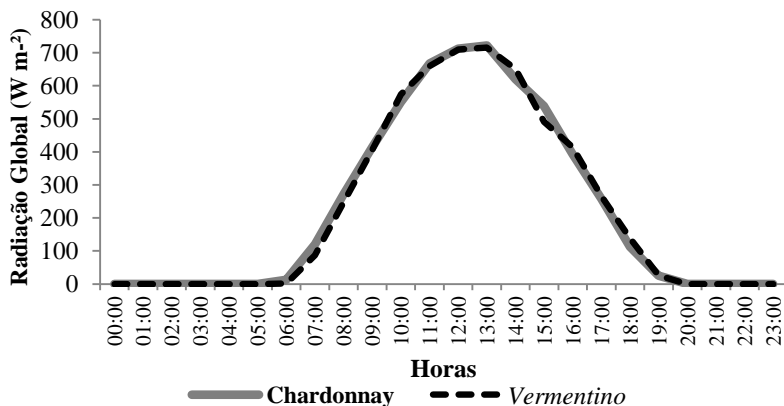
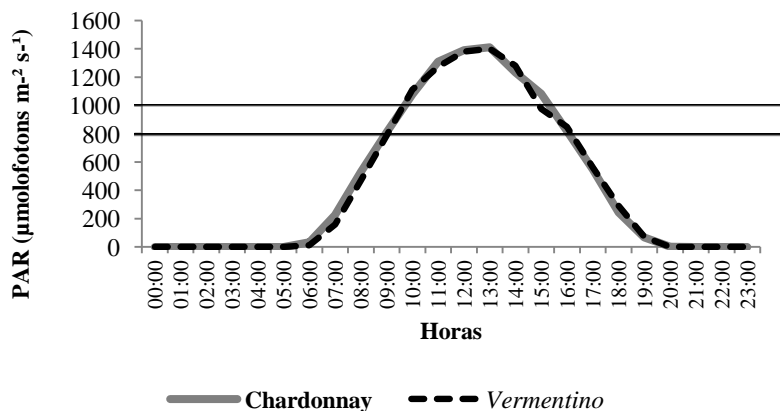


Figura 10. Valores médios horários da radiação fotossinteticamente ativa – PAR ( $\mu mol\text{fotons } m^{-2} s^{-1}$ ) e a faixa de saturação entre 800 a 1000  $\mu mol\text{fotons } m^{-2} s^{-1}$ , durante o subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.



Esses resultados podem ser explicados pela localização dos plantios de Chardonnay e Vermentino (Campo Belo do Sul/SC) mais a oeste no Estado de Santa Catarina, apresentando menor influência da

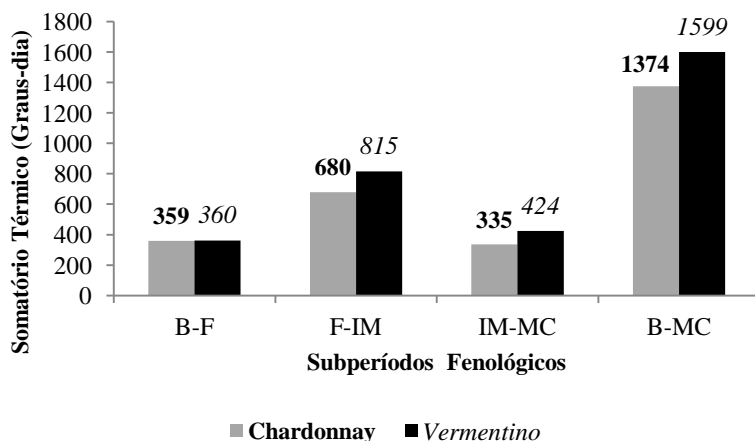
umidade proveniente do mar e menor nebulosidade. Assim, há maior incidência de radiação solar, possibilitando condições mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas. Essa condição já havia sido verificada por outros autores (MALINOVSKI, 2009; SIMON, 2014) em ciclos anteriores.

### 2.3.2. Requerimento Térmico

O somatório térmico (GD), das variedades Chardonnay e Vermentino, através do índice de Winkler para cada subperíodo e para o ciclo fenológico 2014/15, estão representados na Figura 11.

Para todo o ciclo fenológico (B-MC) da variedade Chardonnay observou-se o somatório térmico de 1.374 GD, e o somatório térmico de 1.599 GD para o ciclo da Vermentino. A variedade Vermentino apresenta a ocorrência do ciclo fenológico durante os meses mais quentes do ano, por isso registrou maior soma térmica (GD).

Figura 11. Exigência térmica em graus-dia (GD) para cada subperíodo e para o ciclo fenológico avaliado para as variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.



B = brotação. F = floração. IM = início da maturação  
MC = maturidade (colheita).

No subperíodo B-F as variedades Chardonnay (359 GD) e Vermentino (360 GD) apresentaram acúmulo térmico semelhante. Para o subperíodo F-IM a Vermentino apresentou maior somatório térmico

com 815 GD em comparação a Chardonnay (680 GD). No final do ciclo, subperíodo IM-MC, a Vermentino (424 GD) apresentou novamente maior acúmulo térmico que a Chardonnay (335 GD).

Para o ciclo 2014/15 o índice de Winkler classifica Campo Belo do Sul/SC como Região III (WINKLER et al., 1974; JONES et al., 2010). O mesmo resultado foi encontrado por Simon (2014) para essa região no ciclo 2012/13. Regiões como o Vale do Rhône na França, Napa e Sonoma nos Estados Unidos também são classificadas como Região III (HALL; JONES, 2010).

De acordo com o cálculo do Índice de Huglin (IH), para o ciclo 2014/15, Campo Belo do Sul/SC foi classificado como região temperada (HUGLIN, 1978; HALL; JONES, 2010). Simon (2014) encontrou o mesmo resultado para essa região no ciclo 2012/13.

## 2.4. CONCLUSÕES

As variedades Chardonnay e Vermentino apresentaram os ciclos fenológicos com um mês de diferença ao longo do ano. A variedade Chardonnay foi classificada como precoce e a Vermentino como tardia em Campo Belo do Sul/SC.

O risco de geadas tardias na brotação, a umidade relativa e o volume de precipitação elevados no período de maturação da variedade Chardonnay podem ser fatores limitantes para o cultivo desta variedade na região estudada. Não houve nenhum fator climático limitante para a variedade Vermentino.

No geral, as condições climáticas evidenciaram um adequado desenvolvimento fenológico das variedades Chardonnay e Vermentino, demonstrando que Campo Belo do Sul/SC é uma região potencial na produção de uvas para elaboração de vinhos espumantes.





### **CAPÍTULO 3 - COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PRODUTIVIDADE DAS VARIEDADES CHARDONNAY E VERMENTINO, DESTINADAS A ELABORAÇÃO DE VINHOS ESPUMANTES EM CAMPO BELO DO SUL/SC**

#### **RESUMO**

Estudos comprovam que a região da Serra Catarinense possui aptidão para produzir uvas viníferas. A produção dessas uvas na região é recente e há poucas informações técnicas disponíveis a respeito da maturação tecnológica e da produtividade das mesmas, visando à elaboração de vinhos espumantes. O objetivo deste capítulo foi avaliar a composição físico-química e a produtividade das uvas das variedades Chardonnay e Vermentino, destinadas a elaboração de vinhos espumantes na Serra Catarinense, no ciclo 2014/15. Os vinhedos estudados se localizavam em Campo Belo do Sul/SC (27°40'4"S, 50°44'48" O, altitude de 950 metros). Foram avaliados os parâmetros físico-químicos da maturação tecnológica das uvas: teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e pH; ao longo das semanas do subperíodo de início da maturação à maturidade (colheita). Foram calculados os índices de maturação das uvas e estimado o álcool provável no momento da colheita. Os índices de produção: número de cachos por planta, massa dos cachos, produtividade de quilos por planta e produtividade estimada por hectare; também foram realizados no momento da colheita das uvas. Os resultados da maturação tecnológica foram: 18,17 e 16,80 °Brix de SST; 115,10 e 104,70 meq L<sup>-1</sup> de ATT; 3,23 de pH; 21,03 e 21,39 e Álcool provável de 10,28 e 9,37% v/v para Chardonnay e Vermentino, respectivamente. A precipitação pluviométrica e a umidade relativa parecem ter sido os fatores que afetaram a maturação tecnológica da variedade Vermentino, com uvas de menores teores de SST e ATT, embora não tenham causado prejuízos para à elaboração de vinhos espumantes. As produtividades das variedades Chardonnay e Vermentino foram de 24,47 e 20,17 (cachos planta<sup>-1</sup>); 3,67 e 5,82 (kg planta<sup>-1</sup>) e de 12,24 e 19,38 (Mg ha<sup>-1</sup>) respectivamente, com maior produção para Vermentino. Os resultados mostram que os parâmetros avaliados para as uvas das variedades Chardonnay e Vermentino foram satisfatórios para a elaboração de vinhos espumantes em Campo Belo do Sul/SC.

**Palavras-chave:** *Vitis vinifera* L.. Maturação tecnológica. Serra Catarinense.

### 3.1. INTRODUÇÃO

Atualmente a viticultura no Brasil possui uma área plantada de 83,7 mil hectares, e uma produção de cerca de 600 milhões de quilos de uva, para consumo *in natura*, elaboração de sucos, vinhos tranquilos e vinhos espumantes. A produção nacional de vinhos e derivados atingiu em 2015 cerca de 400 milhões de litros (IBRAVIN, 2016; UVIBRA, 2016).

Entre os produtos derivados da uva, o suco e vinho espumante são os que mais crescem. O desempenho comercial de vinhos finos e comuns obteve um pequeno aumento de 6% entre 2014 e 2015, já a comercialização dos vinhos espumantes cresceu bastante, principalmente os dos espumantes moscatéis, aumentando aproximadamente 37% no mesmo período (MAPA, 2016; UVIBRA, 2016).

Na Serra Catarinense, a vitivinicultura se desenvolve, conquistando espaço no cenário brasileiro. Essa região se caracteriza pela moderna produção de vinhos finos de altitude.

O potencial climático desta região para o cultivo de variedades europeias vem sendo comprovado através de diversos estudos com variedades brancas e tintas (SILVA et al., 2008; GRIS et al., 2010; BURIN et al., 2011; MALINOVSKI et al., 2012; BRIGHENTI et al., 2013; BORGHEZAN et al., 2014).

Nas regiões de elevada altitude (acima de 900 m), situadas na Serra Catarinense, a atividade vitivinícola é recente, portanto, maiores estudos precisam ser elaborados a fim de avaliar o desempenho das variedades viníferas para a elaboração de vinhos espumantes de qualidade.

Assim, o presente capítulo teve por objetivo avaliar a composição físico-química e a produtividade das uvas das variedades Chardonnay e Vermentino cultivadas em Campo Belo do Sul/SC, região da Serra Catarinense, durante o período de maturação, no ciclo 2014/15, visando à elaboração de vinhos espumantes.

### 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.2.1. Área Experimental e Material Vegetal

A unidade experimental foi composta de dois vinhedos conjugados, situados em altitude de 950 metros no município de Campo Belo do Sul/SC, com latitude 27°40'4"S. e longitude 50°44'48"O.

Os vinhedos das variedades Chardonnay e Vermentino de propriedade da Vinícola Abreu Garcia, possuem idade de três anos, são sustentados em sistema espaldeira, conduzidos em cordão esporonado simples com duas gemas por esporão, enxertados sobre Paulsen 1103, com espaçamento de 3,00 m entre linhas e 1,00 m entre plantas.

Cada vinhedo, cerca de 1 ha, da unidade experimental foi avaliado por delineamento experimental completamente casualizado composto por 50 plantas, com 5 repetições e por 10 plantas por parcela (ANEXO A).

### **3.2.2. Fenologia**

As avaliações da fenologia das plantas de videira foram realizadas semanalmente do início da maturação à maturidade (colheita), no ciclo 2014/15.

Para a definição dos estádios fenológicos da videira utilizou-se a metodologia proposta por Baillod e Baggiolini (1993) (ANEXO B). Os estádios de desenvolvimento descritos foram:

IM – início da maturação: quando 50% das bagas apresentam coloração da epiderme translúcida, levando em consideração a consistência da baga;

MC – maturidade (colheita): com base na avaliação da composição química das bagas, para elaboração de vinhos espumantes, 17-19° Brix e 110 meq L<sup>-1</sup>, e a sanidade dos cachos.

### **3.2.4. Avaliação da Maturação**

As análises de maturação tecnológica (SST, ATT e pH) foram realizadas no Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

As coletas das bagas foram realizadas semanalmente, seguindo um delineamento completamente casualizado nas plantas marcadas.

Para as avaliações foram coletadas uma baga por cacho, aleatoriamente bagas de diferentes partes dos cachos, totalizando 300 bagas por coleta. Seguindo a metodologia descrita por Rizzon e Miele (2002), cada amostra foi dividida em 3 sub-amostras, contendo 100 bagas.

### 3.2.4.1 Maturação Tecnológica

O acompanhamento da evolução da maturação tecnológica, através das análises físico-químicas, foi realizado a partir do estágio fenológico início da maturação segundo metodologia proposta por Baillod e Baggiolini (1993).

A maturação tecnológica foi realizada através do mosto, obtido com o esmagamento das bagas das uvas coletadas, determinando-se os sólidos solúveis totais - SST (°Brix), a acidez total titulável - ATT (meq L<sup>-1</sup>) e o pH de cada variedade, conforme as metodologias propostas por Rizzon e Miele (2002) e pela Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV, 2012).

A análise dos SST foi realizada através da leitura direta com refratômetro digital de bancada, modelo Instrutherm – RTD – 45. O aparelho foi calibrado com água destilada e após o mosto foi distribuído sobre o prisma, sendo a leitura obtida diretamente em °Brix.

Para a determinação da ATT foi utilizada a metodologia de titulação da OIV (2012), adicionando-se 5 ml de mosto, 75 ml de água destilada e 2 gotas de fenolftaleína (1%). Sob agitação, adicionou-se a solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 N) até a mudança na coloração.

O pH foi avaliado através da leitura das amostras do mosto da uva em pHmetro de bancada (modelo MP 220 Metler – Toledo), calibrado com soluções tampão a pH 4,0 e pH 7,0.

Foram calculados no momento da colheita, com base nos valores obtidos de SST, ATT e pH, os índices de maturação: SST/ATT, calculado através da razão entre o valor de SST (°Brix) pelo valor da ATT (g por 100ml de ácido tartárico), conforme Borghezan et al. (2011); Im - índice de maturação, dado pela razão entre o valor de açúcares totais (g L<sup>-1</sup>) pelo valor da ATT (g L<sup>-1</sup> de ácido tartárico), utilizado na Serra Gaúcha (GIOVANNINI; MANFROI, 2009); e o índice do sabor - SAB dado pela razão entre o valor de SST (°Brix) pelo valor do pH elevado ao quadrado (SST/pH<sup>2</sup>), conforme o proposto por Guerra e Zanús (2003).

### 3.2.5. Avaliações da Produtividade

Na colheita, foi definida a produtividade das plantas, a partir do número e da massa dos cachos (kg planta<sup>-1</sup>) de 50 plantas de cada variedade, previamente marcadas.

A produtividade estimada ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) foi obtida a partir da densidade de plantas por hectare e da produção por planta. E a massa média por cacho ( $\text{g cacho}^{-1}$ ) foi determinada a partir da divisão da produção de cada planta em quilogramas pelo número de cachos.

### **3.2.6. Análise Estatística**

Os resultados quantitativos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade, através do Software Assistat 7.7 beta. Foi calculado o Coeficiente de Correlação de Pearson para os parâmetros de maturação tecnológica.

## **3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.3.1. Avaliação da Maturação**

#### **3.3.1.1. Maturação Tecnológica**

Os parâmetros da maturação tecnológica foram analisados no subperíodo entre o início da maturação e a maturidade (colheita) das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, no ciclo 2014/15.

#### *Sólidos Solúveis Totais (SST)*

A evolução dos teores de SST ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) das variedades Chardonnay e Vermentino, ao longo do período de maturação, é apresentada na Figura 12. Para as duas variedades, observou-se o acúmulo gradual dos SST (açúcares) durante toda a fase de maturação.

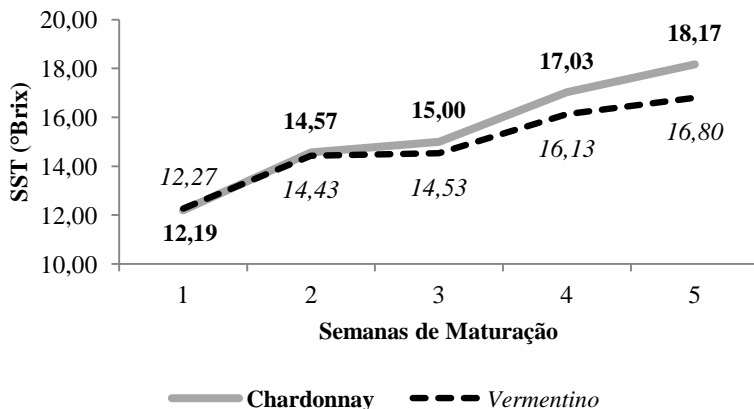
Os valores médios de SST foram iguais estatisticamente para as uvas de ambas as variedades estudadas nas primeiras 3 (três) semanas de maturação, apresentando diferenças significativas nas duas semanas finais (APÊNDICE B).

Na colheita, os teores médios de SST para a variedade Chardonnay foram de  $18,17^{\circ}\text{Brix}$ , e para a variedade Vermentino foram  $16,80^{\circ}\text{Brix}$ . Observou-se uma diferença média de  $1,37^{\circ}\text{Brix}$  entre as variedades.

O teor de SST considerado bom para o momento da colheita, quando se objetiva a elaboração de vinhos espumantes, está entre 17 e

19°Brix (JACKSON, 2000; FREGONI, 2000; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Figura 12. Evolução semanal dos teores médios de sólidos solúveis totais - SST (°Brix) para as variedades Chardonnay e Vermentino, no subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.



Observou-se que no momento da colheita a variedade Chardonnay apresentou o parâmetro de acordo com a literatura e a Vermentino obteve o parâmetro próximo ao limite mínimo estipulado. Neste caso, para a definição da data de colheita, levaram-se em consideração demais parâmetros, tais como: ATT, pH e a sanidade das uvas.

Na Serra Gaúcha a variedade Chardonnay geralmente apresenta teores de SST entre 15,0 e 18,0°Brix (GIOVANNINI; MANFROI, 2009; EMBRAPA, 2015a). Regina et al. (2010) encontrou para Chardonnay em Cladas/MG a média de 17,85°Brix. Para Brighenti et al. (2013) a Chardonnay em Joaquim/SC apresentou a média 19,2°Brix.

Segundo dados do Banco de Germoplasma da Uva da Embrapa Uva e Vinho, a variedade Vermentino na Serra Gaúcha produz uvas com teores médios de SST de 19,3°Brix (EMBRAPA, 2015b). Malinovski (2013) encontrou para a Vermentino em Água Doce/SC 18,65°Brix. Para Brighenti et al. (2014) a Vermentino em São Joaquim/SC apresentou a média de 18,12°Brix.

O valor de SST apresentado pela variedade Chardonnay em Campo Belo do Sul/SC foi próximo a variação máxima apresentada na Serra Gaúcha (18,0°Brix). O SST apresentado pela Vermentino em

Campo Belo do Sul/SC foi baixo em relação ao valor apresentado pela variedade em outras regiões.

A variedade Vermentino ter apresentado menor teor de SST, no final da maturação, pode estar relacionado a fatores, como: precipitação pluviométrica, genética da variedade ou carga produtiva.

#### *Acidez Total Titulável - ATT*

Na Figura 13 observa-se a evolução da ATT das variedades Chardonnay e Vermentino, ao longo do período de maturação. Verificou-se que a ATT obteve um comportamento decrescente ao longo da maturação para ambas as variedades estudadas. A variedade Vermentino apresentou um valor da ATT menor no momento de colheita (104,7 meq L<sup>-1</sup>) do que a Chardonnay (115,1 meq L<sup>-1</sup>).

Os valores médios da ATT (meq L<sup>-1</sup>) apresentaram diferença significativa entre as uvas de ambas as variedades estudadas, em todas as semanas de maturação (APÊNDICE B).

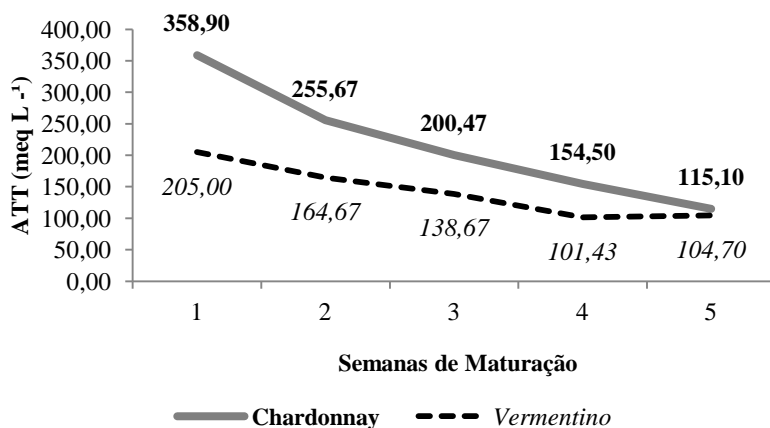
Para a elaboração de vinhos espumantes, é desejável um valor de acidez total titulável mais elevada, em torno de 110 meq L<sup>-1</sup>, embora os fatores decisivos no momento de colheita sejam, sobretudo, a concentração de açúcares (SST) e a sanidade das uvas, pois a acidez pode ser mais facilmente manejada, se necessário for, no momento da vinificação, ao contrário dos outros parâmetros (VALADE, 2015).

Observou-se que os valores da ATT obtidos para as variedades avaliadas, estavam próximos ao valor 110 meq L<sup>-1</sup>, sendo adequados para a elaboração de vinhos espumantes.

Esse valor elevado da acidez da uva é importante, pois protege o mosto da oxidação e garante um pH baixo, favorecendo maiores concentrações de substâncias nitrogenadas, facilitando a primeira e a segunda fermentação, e garantindo o frescor, condição importante para a qualidade dos vinhos espumantes (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

Na região da Serra Gaúcha a variedade Chardonnay pode apresentar a ATT entre 80 e 100 meq L<sup>-1</sup> (GIOVANNINI; MANFROI, 2009; EMBRAPA, 2015a). Regina et al. (2010) encontrou para Chardonnay em Cladas/MG a média de 116,5 meq L<sup>-1</sup>. Para Brighenti et al. (2013) a Chardonnay em Joaquim/SC apresentou a média de 128,33 meq L<sup>-1</sup>.

Figura 13. Evolução dos valores médios da acidez total titulável – ATT (meq L<sup>-1</sup>) para as variedades Chardonnay e Vermentino, no subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.



Segundo dados do Banco de Germoplasma da Uva da Embrapa Uva e Vinho, a variedade Vermentino na Serra Gaúcha produz uvas com teores médios de ATT de 119,0 meq L<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2015b). Malinovski (2013) encontrou para a Vermentino em Água Doce/SC 120,1 meq L<sup>-1</sup>. Para Brighenti et al. (2014) a Vermentino em São Joaquim/SC apresentou a média de 116,33 meq L<sup>-1</sup>.

O valor da ATT apresentado para a variedade Chardonnay em Campo Belo do Sul/SC foi próximo ao valor encontrado para a mesma variedade em Caldas/MG. Para a Vermentino a ATT apresentada em Campo Belo do Sul/SC foi mais baixa que as encontradas para a mesma variedade em outras regiões.

A variedade Vermentino ter apresentado menor teor de ATT, no final da maturação, pode estar relacionado a fatores, como: precipitação pluviométrica, carga produtiva, ou genética da variedade.

#### *Potencial Hidrogeniônico - pH*

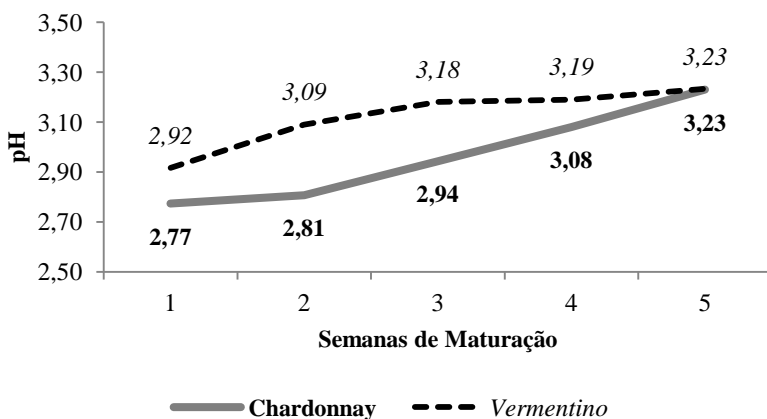
Na Figura 14 observam-se as evoluções do pH das variedades Chardonnay e Vermentino cultivadas em Campo Belo do Sul, ao longo do período de maturação, no ciclo 2014/15. Observou-se que à medida que a maturação avançou, o pH das uvas de ambas as variedades aumentou.



O aumento no pH se deve à diminuição nas concentrações dos ácidos tartárico e málico, a salificação dos ácidos orgânicos, especialmente do tartárico, e ao aumento do cátion potássio (MANFROI et al., 2004).

Os valores médios do pH apresentaram diferença significativa nas uvas de ambas as variedades estudadas, em todas as semanas de maturação, menos na quinta semana, que corresponde ao momento da colheita, no qual o valor do pH foi idêntico para as duas variedades (3,23).

Figura 14. Evolução semanal dos valores médios de pH obtidos para as variedades Chardonnay e Vermentino, no subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.



Para a elaboração de vinhos espumantes, busca-se um pH baixo para as uvas, sendo desejado valores entre 3,10 e 3,25; visando manter o frescor do produto (RIZZON et al., 2000). Desta forma, verificou-se que ambas as variedades de uvas obtiveram teores ideais de pH para a elaboração de vinhos espumantes.

A variedade Chardonnay na Serra Gaúcha apresenta pH de 3,10 a 3,15 (GIOVANNINI; MANFROI, 2009; EMBRAPA, 2015a). Regina et al. (2010) encontrou para Chardonnay em Cladas/MG a média de pH 3,20. Para Brighenti et al. (2013) a Chardonnay em Joaquim/SC apresentou a média de pH 3,22.

Segundo dados do Banco de Germoplasma da Uva da Embrapa Uva e Vinho, a variedade Vermentino na Serra Gaúcha produz uvas com teores médios de pH 3,20 (EMBRAPA, 2015b). Malinovski (2013)

encontrou para a Vermentino em Água Doce/SC pH médio de 3,50. Para Brighenti et al. (2014) a Vermentino em São Joaquim/SC apresentou a média de pH 3,18.

O resultado do pH encontrado em Campo Belo do Sul/SC para a Chardonnay foi próximo aos valores encontrados em Caldas/MG e São Joaquim/SC. Para a Vermentino o pH foi próximo ao encontrado na Serra Gaúcha e em São Joaquim/SC.

### *Relação entre Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável*

Nas Figuras 15 e 16 observa-se a evolução semanal dos valores médios de SST ( $^{\circ}$ Brix) e ATT (meq L<sup>-1</sup>), conjuntamente com o valor do Coeficiente de Correlação de Pearson correspondente, para as variedades Chardonnay e Vermentino, respectivamente.

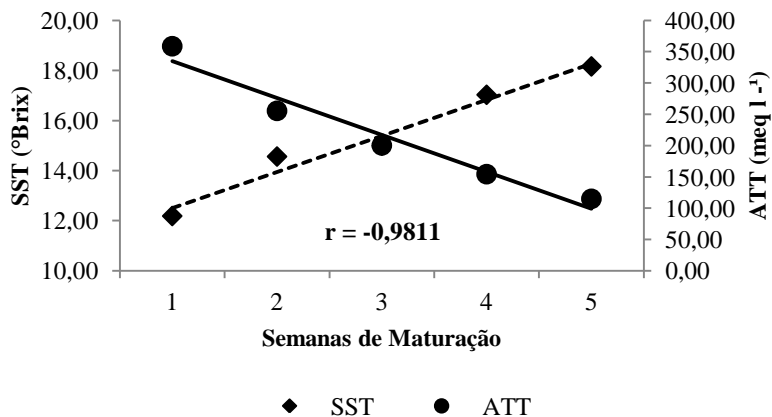
Observou-se o que o valor do Coeficiente de Correlação de Pearson é classificado como ‘forte negativo’ para ambas as variedades ( $-1 < r \leq -0,8$ ), demonstrando que a maturação das uvas Chardonnay e Vermentino, ocorreu em proporções equilibradas entre açúcares (SST) e acidez (ATT), com redução na acidez e aumento nos açúcares proporcionalmente (SOKAL; ROHLF, 1995; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; ZAR, 2010).

À medida que as concentrações de sólidos solúveis aumentam a acidez diminui. Isto é confirmado quando se observa os valores de SST e ATT. A tendência de diminuição progressiva da acidez é devido aos principais ácidos da uva, o málico e o tartárico (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

Os ácidos orgânicos estão entre os principais substratos de respiração da uva. O teor de ácido málico diminui no amadurecimento porque se transforma em açúcar e também por combustão na respiração, em decorrência disso os teores de açúcares aumentam (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

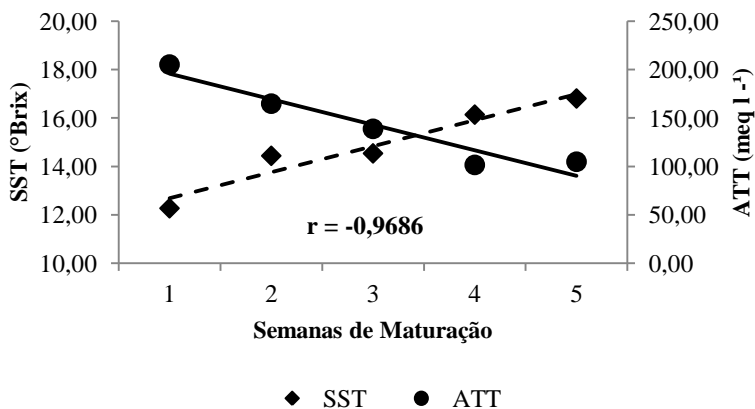
Os valores ‘fortes negativos’ do coeficiente de correlação de Pearson ( $-1 < r \leq -0,8$ ) também são observados para a relação entre a ATT e o pH ao longo da maturação das variedades Chardonnay e Vermentino (APÊNDICE C e APÊNDICE D). Essa correlação ‘forte’ indicou que a ATT diminuiu e o pH aumentou proporcionalmente (SOKAL; ROHLF, 1995; ZAR, 2010).

Figura 15. Evolução semanal dos valores médios de sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) e acidez total titulável ( $\text{meq L}^{-1}$ ), no subperíodo de início de maturação a maturidade (colheita), para a variedade Chardonnay em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.



$r$  = Coeficiente de correlação de Pearson.

Figura 16. Evolução semanal dos valores médios de sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) e acidez total titulável ( $\text{meq L}^{-1}$ ), no subperíodo de início de maturação a maturidade (colheita), para a variedade Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.



$r$  = Coeficiente de correlação de Pearson.

Observaram-se valores ‘forte positivos’ do coeficiente de correlação de Pearson ( $0,8 \leq r < 1$ ) para a relação entre o pH e os teores de SST ao longo da maturação das variedades Chardonnay e Vermentino (APÊNDICE C e APÊNDICE D). A correlação ‘forte’ demonstrou que o pH e os SST aumentaram proporcionalmente (SOKAL; ROHLF, 1995; ZAR, 2010).

A Tabela 3 apresenta os valores dos índices de maturação, que levam em consideração a interação entre o teor de açúcares e o teor de ácidos da uva, calculada no momento de colheita para as variedades estudadas.

Observou-se que as duas variedades apresentaram valores estatisticamente iguais na taxa SST/ATT (com 21,03 para Chardonnay e 21,39 para Vermentino) e no índice de maturação – Im (com 20,27 para Chardonnay e 20,35 para Vermentino), e que a variedade Chardonnay apresentou maior índice de sabor – SAB (1,74) em relação à Vermentino (1,61), no momento da colheita.

A relação SST/ATT é uma das variáveis que pode caracterizar as variedades numa determinada região. No entanto, a utilização dessa relação como índice de maturação da uva deve ser feita com cautela, pois aumentos na concentração de açúcar nem sempre correspondem à igual redução da acidez (MANFROI et al., 2004).

Porém, conforme os resultados dos coeficientes de correlação de Pearson, comprovou-se que as relações entre açúcares e ácidos, nas uvas das variedades estudadas, estavam em proporções equilibradas.

Tabela 3. Valores dos três índices de maturação tecnológica, calculados para as variedades Chardonnay e Vermentino na colheita, em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.

Variedades	SST/ATT	Im	SAB
Chardonnay	21,03 <sup>A</sup> ± 0,47	20,27 <sup>A</sup> ± 0,47	1,74 <sup>A</sup> ± 0,02
Vermentino	21,39 <sup>A</sup> ± 0,78	20,35 <sup>A</sup> ± 0,87	1,61 <sup>B</sup> ± 0,06
CV%	3,03	3,45	2,55

Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão de três repetições. \*As médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

CV = Coeficiente de variação. Im = Índice de maturação. SAB = Índice de sabor.

### *Parâmetros da colheita*

Na Tabela 4 observam-se os parâmetros da maturação tecnológica (SST, ATT e pH) na colheita, com a estimativa do álcool provável, para as variedades estudadas.

Observou-se que ocorreram diferenças estatísticas para os valores de SST, ATT e álcool provável, exceto para o pH (3,23), das duas variedades no momento da colheita.

A variedade Chardonnay produziu uvas com maiores teores de ATT (115,10 meq L<sup>-1</sup>) e maiores teores de SST (18,17 °Brix) em relação a variedade Vermentino (104,70 meq L<sup>-1</sup> e 16,80 °Brix, respectivamente). Embora os parâmetros apresentados por ambas as variedades sejam satisfatórios para a elaboração de vinhos espumantes.

Acredita-se que os menores teores de SST e ATT apresentados pela Vermentino se devem ao fato das precipitações e umidade relativa do subperíodo terem prejudicado a maturação da variedade, pois, a mesma demonstrou ser mais sensível a estes fatores climáticos que a Chardonnay, apresentando diluição dos parâmetros na baga e maior incidência de podridões nos cachos.

Embora, esse fenômeno também possa ser explicado por excesso da carga produtiva ou características genéticas da variedade.

Tabela 4. Parâmetros da maturação tecnológica no momento de colheita, para as variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.

Variedade	SST (°Brix)	pH	ATT (meq L <sup>-1</sup> )	Álcool Provável (% v/v)
Chardonnay	18,17 <sup>A</sup> ± 0,15	3,23 <sup>A</sup> ± 0,03	115,10 <sup>A</sup> ± 1,68	10,28 <sup>A</sup> ± 0,08
Vermentino	16,80 <sup>B</sup> ± 0,62	3,23 <sup>A</sup> ± 0,01	104,70 <sup>B</sup> ± 0,35	9,37 <sup>B</sup> ± 0,42
CV%	2,60	0,59	1,06	3,05

Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão de três repetições.

\*As médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p ≤ 0,05). CV = Coeficiente de variação.

Observou-se que o álcool provável estimado foi maior para a variedade Chardonnay (10,28% v/v) do que para a Vermentino (9,37% v/v), em função dos valores apresentados para SST.

No entanto, ambos os valores estão de acordo com o desejável para a graduação alcoólica dos vinhos base para espumante, pois se encontram abaixo do limite máximo de 11,50% v/v (VALADE, 2015).

No caso da variedade Vermentino, que apresentou menor potencial alcoólico, seria possível o realizar a chaptalização (adição de sacarose) ao mosto no momento da fermentação do vinho base para o ganho de até 2% v/v. Essa técnica é permitida e muito utilizada no Brasil e também em outras regiões mundiais, como na França, onde são produzidos os *Champagnes* (GIOVANNINI; MANFROI, 2009; BRASIL, 2014).

### 3.3.3. Avaliação da Produtividade

Os valores da produtividade das uvas das variedades Chardonnay e Vermentino no momento da colheita são apresentados na Tabela 5.

Observou-se que as variedades Chardonnay e Vermentino não apresentaram diferença estatística para números de cachos (com 24,47 e 20,17 cachos planta<sup>-1</sup>, respectivamente), porém a produtividade apresentou diferença significativa (com 3,67 e 5,82 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente).

A variedade Vermentino produziu em média 2,15 kg planta<sup>-1</sup> a mais que a Chardonnay. Em decorrência disso, a variedade Chardonnay apresentou nas estimativas 7,14 megagramas por hectare a menos em produção de uvas, e cerca da metade da massa do cacho, em relação à variedade Vermentino.

Tabela 5. Índices de produtividade no momento da colheita, para as variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/15.

Variedade	Nº de Cachos (cacho planta <sup>-1</sup> )	Produtividade (kg planta <sup>-1</sup> )	Produtividade (Mg ha <sup>-1</sup> )	Massa Média do Cacho (g)
Chardonnay	24,47 <sup>A</sup> ± 5,43	3,67 <sup>B</sup> ± 1,00	12,24 <sup>B</sup> ± 3,33	149,50 <sup>B</sup> ± 20,00
Vermentino	20,17 <sup>A</sup> ± 5,88	5,82 <sup>A</sup> ± 1,95	19,38 <sup>A</sup> ± 6,50	291,90 <sup>A</sup> ± 70,00
CV%	25,36	32,65	32,65	23,01

Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão de dez repetições.

\*As médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p≤0,05). CV = Coeficiente de variação.

Os valores observados para as variedades Chardonnay e Vermentino correspondem aos valores encontrados por Garau et al. (2007) na região de Sardenha – Itália.

Os valores observados para a massa média do cacho para a variedade Vermentino são semelhantes aos observados por Brighenti et al. (2014) em São Joaquim/SC, sendo que os valores de número de cachos e produção por planta são superiores ao encontrado pelo autor, possivelmente em decorrência das diferenças nos manejos adotados para as cargas produtivas.

### 3.4. CONCLUSÕES

Na colheita, as uvas da variedade Chardonnay apresentaram valores de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e álcool provável superiores aos valores encontrados para as uvas da Vermentino. A variedade Vermentino apresentou maior massa do cacho, produção de uvas em quilos por planta e por hectare.

Observou-se que as uvas de ambas as variedades obtiveram uma maturação tecnológica uniforme e proporcional (relação entre açúcares e ácidos) na região e condições do estudo.

A qualidade das uvas e a produtividade das variedades Chardonnay e Vermentino foram consideradas satisfatórias para a elaboração de vinhos espumantes na Serra Catarinense (Campo Belo do Sul/SC).





## **CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA TOMADA DE ESPUMA DOS VINHOS ESPUMANTES, MÉTODO TRADICIONAL, DAS VARIEDADES CHARDONNAY E VERMENTINO DE CAMPO BELO DO SUL/SC**

### **RESUMO**

A Serra Catarinense vem despertando atenção para a elaboração de vinhos espumantes. Ainda são escassos estudos que tratem sobre a qualidade de vinhos espumantes elaborados nessa região. O objetivo do presente capítulo foi caracterizar a qualidade físico-química dos vinhos espumantes, método tradicional, desde o vinho base até a finalização do processo de tomada de espuma, provenientes das variedades Chardonnay e Vermentino, produzidos em Campo Belo do Sul/SC, na safra 2015. Os vinhos espumantes varietais de Chardonnay e Vermentino foram elaborados com metodologia semelhante. Os vinhos foram analisados ao longo do processo de elaboração quanto aos parâmetros clássicos em enologia: densidade, graduação alcoólica, açúcar total em glicose, pressão a 20°C, pH, acidez total titulável (ATT), acidez volátil, acidez fixa, extrato seco total, extrato seco reduzido, relação álcool em massa/extrato seco, cinzas, alcalinidade das cinzas e anidrido sulfuroso livre; e os espectrofotométricos: cor  $A_{420}$  e índice de polifenóis totais (IPT). Foram observados os resultados para os parâmetros de graduação alcoólica (11,02 e 11,45 % v/v), ATT (110,10 e 89,43 meq L<sup>-1</sup>), pH (3,11 e 3,18), acidez volátil (4,00 e 3,57 meq L<sup>-1</sup>), IPT (6,20 e 5,27 abs) e Cor  $A_{420}$  (0,055 e 0,043 abs) para os vinhos base espumante Chardonnay e Vermentino, respectivamente. No momento da tomada de espuma, os parâmetros medidos apresentaram evolução dentro do esperado, comprovando que a segunda fermentação na garrafa ocorreu de maneira satisfatória nos vinhos espumantes das variedades. Os valores observados foram: graduação alcoólica (12,01% e 12,47 v/v), pressão a 20°C (5,68 e 6,00 atm), ATT (109,73 e 88,83 meq L<sup>-1</sup>), pH (3,15 e 3,19), acidez volátil (5,83 e 4,47 meq L<sup>-1</sup>), IPT (8,15 e 8,13 abs) e Cor  $A_{420}$  (0,065 e 0,058 abs) para os vinhos espumantes Chardonnay e Vermentino, respectivamente. Os vinhos base e espumantes elaborados se enquadraram nos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira. Sendo assim, os resultados comprovam que a região estudada, apresenta potencial para a elaboração de vinhos espumantes de qualidade das variedades Chardonnay e Vermentino.

**Palavras-chave:** *Vitis vinifera* L.. Fermentação alcoólica. Serra Catarinense.

## 4.1. INTRODUÇÃO

A comercialização de vinhos espumantes, elaborados por método tradicional e *charmat*, vem crescendo há anos no Brasil, em 2010 atingiu 8,4 milhões de litros, e em 2015, terminou o ano com cerca de 13 milhões de litros, com um aumento de mais de 50% em quatro anos. Sendo que, de 2014 para 2015 houve um aumento de quase 15% no desempenho comercial deste produto (IBRAVIN, 2016; UVIBRA, 2016).

O vinho espumante nacional vem sendo cada vez mais prestigiado internacionalmente, os produtos vêm conquistando medalhas em concursos de renome pelo mundo, sendo cada vez mais aceitos pelo mercado consumidor interno (ALBERT, 2008).

Atualmente, a Serra Gaúcha/RS ainda detém a maior produção brasileira de vinhos espumantes, sendo uma região com tradição centenária na elaboração deste produto, que é considerado o grande nicho da vinicultura brasileira (RIZZON et al., 2000; IBRAVIN, 2016). Entretanto, novas zonas vinícolas, como a Serra Catarinense, vêm despertando atenção para a elaboração de vinhos espumantes (CALIARI et al., 2014; CAMPOS et al., 2015).

O potencial da Serra Catarinense para a produção de variedades de uvas europeias vem sendo comprovado através de diversas pesquisas (SILVA et al., 2008; GRIS et al., 2010; VIEIRA et al., 2011; MALINOVSKI et al., 2012; BRIGHENTI et al., 2013; BORGHEZAN et al., 2014; BRIGHENTI et al., 2014). Porém ainda são escassos estudos que tratem sobre a qualidade de vinhos espumantes elaborados nessa região.

Nesse sentido, o objetivo deste capítulo foi caracterizar a qualidade físico-química dos vinhos espumantes, método tradicional, das variedades Chardonnay e Vermentino, do vinho base até o final da tomada de espuma, produzidos em Campo Belo do Sul/SC, região da Serra Catarinense, na safra 2015.

## 4.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1. Área Experimental e Material Vegetal

Os vinhos espumantes avaliados foram elaborados a partir das uvas das variedades Chardonnay e Vermentino, produzidas na safra 2015, em Campo Belo do Sul/SC.

A unidade situa-se a 950 metros de altitude e localiza-se na Serra Catarinense, com latitude 27°40'4"S., longitude 50°44'48"W.

O vinhedo pertence à vinícola Abreu Garcia, sustentado em sistema espaldeira, conduzido em cordão esporonado simples, com as variedades Chardonnay e Vermentino, implantadas em 2011 (três anos) e enxertadas sobre Paulsen 1103, com plantio de 3,00 m entre linhas e 1,00 m entre plantas.

#### **4.2.2. Elaboração dos Vinhos Base para Espumante**

Os vinhos base varietais (Chardonnay e Vermentino) foram elaborados com 800 Kg de uva de cada variedade. As vinificações foram realizadas na Vinícola Abreu Garcia, seguindo padrões e metodologia semelhantes. As uvas da variedade Chardonnay foram colhidas em 16/01/2015 e as uvas da Vermentino em 20/02/2015.

Para a vinificação, as uvas de cada variedade permaneceram cerca de 48 horas em câmara fria a 4°C, e após foram prensadas inteiras e frias, em prensa pneumática. As uvas Chardonnay foram prensadas em 19/01/2015 e as Vermentino em 23/02/2015.

Os mostos flor produzidos, para cada variedade, aproximadamente 450L, foram colocados em tanques de aço inox de 500 litros, nos quais foram adicionados metabissulfito de potássio (30 mg L<sup>-1</sup> SO<sub>2</sub>), e enzimas pectolíticas (0,6 mL hL<sup>-1</sup>) para o processo de *debourbage* (limpeza do mosto) por cerca de 24h sob baixas temperaturas.

O mosto limpo (aproximadamente 80 NTU) foi trasfegado e corrigido quanto aos teores de açúcares por chaptalização, foram adicionadas leveduras secas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) na dose de 20 g hL<sup>-1</sup>, esse processo ocorreu para o mosto Chardonnay em 20/01/2015 e para o Vermentino em 24/02/2015.

A fermentação alcoólica ocorreu durante aproximadamente 10-15 dias com temperatura controlada de 15°C ± 1, ocorrendo de 23/01 a 03/02/15 para o vinho base Chardonnay e de 26/02 a 08/03/2015 para o base Vermentino.

No meio do processo de fermentação, foi adicionado o nutriente para leveduras à base de sais de amônio (20 g hL<sup>-1</sup>), na data de 23/01/2015 para o base Chardonnay e em 05/03/2015 para o Vermentino.

Decorrida a fermentação, após a separação da borra, os vinhos base (aproximadamente 400L) permaneceram cerca de 20 dias em uma

temperatura de  $1^{\circ}\text{C} \pm 1$  para a estabilização tartárica. Ao final, os vinhos foram sulfitados com  $20 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{SO}_2$ .

Os vinhos base de ambas as variedades passaram cerca de 6 meses armazenados em tanques atestados em contato com as borras remanescentes (*sur lie*) sob temperatura controlada, e com remontagens semanais. Decorrido este processo, na segunda semana de setembro/2015, os vinhos base foram clarificados com bentonite ( $15 \text{ g hL}^{-1}$ ) e filtrados.

Foi feita a análise físico-química dos vinhos base Chardonnay e Vermentino, referente às amostras coletadas em 11/09/2015, caracterizando a semana 0 (zero) da tomada de espuma. Posteriormente os vinhos receberam o licor de tiragem para a entrada no processo de segunda fermentação.

#### 4.2.3. Tomada de Espuma (Segunda Fermentação)

A tomada de espuma dos vinhos base varietais (Chardonnay e Vermentino) foi realizada na Vinícola Abreu Garcia, seguindo padrões e metodologia similares.

O licor de tiragem foi adicionado aos vinhos base na data de 16/09/2015 e o *cuvée* (vinho de base + licor de tiragem) foi engarrafado em 19/09/2015, dando entrada ao processo da segunda fermentação pelo método tradicional.

Em todos os vinhos base para espumante foi adicionado, ainda no tanque, o licor de tiragem, composto por: uma parte do próprio vinho base, sacarose ( $23 \text{ g L}^{-1}$  para uma pressão desejada de 5-6 atm), leveduras secas ativas (*Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus*) na dose de  $20 \text{ g hL}^{-1}$ , nutriente para leveduras à base de sais de amônio ( $10 \text{ g hL}^{-1}$ ) e clarificante a base de bentonite ( $3,5 \text{ g hL}^{-1}$ ).

Decorrido aproximadamente 72h para a aclimação das leveduras e a homogeneização do licor de tiragem os vinhos base de ambas as variedades foram envasados em garrafas champanheiras (750 ml) e receberam um bidule acoplado a uma tampa (corona) de aço inox.

Posteriormente ao envase, as garrafas foram empilhadas em gaiolas de metal, localizadas em uma cave climatizada ( $12^{\circ}\text{C} \pm 1$ ) onde procederam com a segunda fermentação ao longo de aproximadamente 36 dias, de 19/09 a 23/10/2015.

No decorrer do período da segunda fermentação, os vinhos base e espumantes foram analisados semanalmente quanto a suas características físico-químicas. Para o tanto se identificou a amostra coletada no dia 25/09/2015 (uma semana depois do envase) como 1ª

semana de tomada de espuma, a amostra de 02/10/2015 foi a 2ª semana, a de 09/10/2015 foi a 3ª semana, e a de 16/10/2015 foi a 4ª semana. A 5ª semana que representou o fim do processo e consequentemente o vinho espumante pós-segunda fermentação, teve amostra coletada em 23/10/2015.

#### **4.2.4. Análises Físico-químicas**

##### **4.2.4.1. Análises Clássicas**

As análises enológicas clássicas foram realizadas nos vinhos base das variedades Chardonnay e Vermentino, durante o período da segunda fermentação, no Laboratório Lavin, credenciado pelo MAPA, em Flores da Cunha/RS.

As amostras foram coletadas semanalmente, para análises, nas datas: 11/09/2015 (vinhos base), 25/09/2015 (1ª semana de fermentação), 02/10/2015, 09/10/2015, 16/10/2015 e 23/10/2015 (vinhos espumantes).

Todas as análises ocorreram semanalmente em três replicatas, segundo as recomendações estabelecidas pela legislação vigente, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL 2005).

A densidade relativa foi determinada por método densimétrico baseado na relação existente entre o peso específico da amostra a 20°C com o peso específico da água a 20°C, utilizando picnômetro e balança analítica.

A determinação da graduação alcoólica se deu por método densimétrico baseado na separação do álcool por destilação da amostra e sua posterior quantificação de acordo com a densidade relativa do destilado a 20 °C, com uso de aparelho de destilação eletrônico e método de densidade relativa.

O a açúcar total em glicose foi determinado por método Fehling (titulométrico de oxi-redução), com a redução dos açúcares a quente em meio alcalino.

A pressão a 20°C foi determinada por método manométrico baseado na medida da pressão gasosa pela temperatura em bebidas gaseificadas, com uso de aparelho dosador de gás carbônico.

O pH foi realizado por método potenciométrico realizado através de leitura das amostras em pHmetro de bancada calibrado.

A ATT foi realizada por método titulométrico de neutralização com uso de titulador eletrônico, onde o valor da acidez total encontrada

é o valor da acidez titulável das amostras até a neutralização por hidróxido de sódio 0,1N.

A determinação da acidez volátil se deu por método titulométrico baseado na titulação com solução de hidróxido de sódio dos ácidos voláteis, separados da amostra através de arraste do vapor de água e retificação dos vapores, com uso do Aparelho de destilação Cazenave-Ferré.

A acidez fixa foi determinada por fórmula na qual a acidez fixa é obtida através da diferença entre a acidez total e a acidez volátil.

O extrato seco total foi realizado por método densimétrico em que o extrato seco total é verificado indiretamente pela diferença da densidade relativa da amostra e a densidade relativa da amostra desalcoholizada.

O extrato seco reduzido foi determinado por fórmula na qual o extrato seco reduzido é obtido pelo valor do extrato seco total diminuído dos açúcares totais que excedem  $1 \text{ g L}^{-1}$ .

A relação álcool em massa/extrato seco reduzido foi dada pela fórmula na qual a relação é obtida pelo produto da graduação alcoólica por oito, dividido pelo valor do extrato seco reduzido.

As cinzas foram analisadas por método gravimétrico, o qual se fundamenta na quantificação do resíduo, após eliminação da matéria orgânica e inorgânica volátil quando a amostra é incinerada a  $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ , com uso de balança analítica.

A alcalinidade das cinzas foi determinada por método titulométrico em presença de metilorange das cinzas solubilizadas a quente por um excesso conhecido de ácido titulado.

O anidrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ) livre foi analisado por método de Ripper (iodometria), com uso de titulador automático, onde a quantidade de anidrido sulfuroso no meio é determinada pela redução do iodo na amostra.

#### 4.2.4.2. Análises Espectrofotométricas

As análises espectrofotométricas, de cor ( $A_{420}$ ) e índice de polifenóis totais, dos vinhos base em processo de tomada de espuma, oriundos das variedades Chardonnay e Vermentino, ocorreram no Laboratório Lavin em Flores da Cunha/RS.

Ambas as análises foram realizadas semanalmente em três replicatas, nas mesmas amostras coletadas para realização das análises clássicas, conforme metodologia da resolução 06/1990 da Organização

Internacional da Vinha e do Vinho (OIV, 2012) e Ribéreau-Gayon et al. (2006b) em espectrofotômetro UV-Vis.

A análise das características cromáticas foi efetuada com leitura da absorbância a 420 nm, que determina a intensidade da cor amarela dos vinhos.

O IPT foi determinado através da medição da absorbância em 280 nm. Essa metodologia simples possui correspondência com o método Folin-Ciocalteu (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

#### **4.2.5. Análise Estatística**

Os dados foram avaliados usando análises descritivas e o programa Assistat v. 7.7 beta para análise de variância (ANOVA) e teste Tukey, com nível de significância de 5% de probabilidade.

### **4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.3.1. Análises Físico-químicas dos Vinhos Base**

A composição físico-química do vinho base está intimamente relacionada com a qualidade do vinho espumante, atribuindo a aptidão para a tomada de espuma, e determinando as principais características sensoriais de aroma e sabor (RIZZON et al., 2000).

A Tabela 6 apresenta os resultados das análises clássicas e espectrofotométricas realizadas nos vinhos base para espumante, elaborados com as uvas Chardonnay e Vermentino, cultivadas em Campo Belo do Sul/SC, na safra 2015.

Entre os principais aspectos desejáveis para o vinho base, destacam-se a graduação alcoólica relativamente baixa (10,0 a 11,5 % v/v), a ATT elevada (80,0 a 90,0 meq L<sup>-1</sup>) e o pH abaixo de 3,20, que garantem o frescor adequado, o açúcar total em glicose inferior a 2,0 g L<sup>-1</sup>, acidez volátil inferior a 10,0 meq L<sup>-1</sup> e teores baixos de polifenóis que participam negativamente com sabores amargos (RIZZON et al., 2000; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; VALADE, 2015).

Os vinhos de ambas as variedades apresentaram a graduação alcoólica 11,02 e 11,45% v/v; o pH 3,11 e 3,18; acidez volátil 4,00 e 3,57 meq L<sup>-1</sup>; os índices de polifenóis totais (IPT) 6,20 e 5,27abs para Chardonnay e Vermentino, respectivamente, dentro do recomendado pela literatura. A acidez volátil foi o único parâmetro no qual o vinho base de ambas as variedades estudadas não diferiu estatisticamente.

Tabela 6. Análises clássicas e espectrofotométricas dos vinhos base para espumante das variedades Chardonnay e Vermentino, cultivadas em Campo Belo do Sul/SC na safra 2015. Laboratório Lavin, Flores da Cunha/RS, 11/09/2015.

Parâmetros Analíticos	Vinho Base Chardonnay	Vinho Base Vermentino	CV%
<i>Análises Clássicas</i>			
Densidade (20°C/20°C)	0,9928 <sup>A*</sup> ± 0,0001	0,9912 <sup>B</sup> ± 0,0001	0,01
Gradação Alcoólica (% v/v)	11,02 <sup>B</sup> ± 0,02	11,45 <sup>A</sup> ± 0,02	0,14
Açúcar Total em Glicose (g L <sup>-1</sup> )	2,20 <sup>A</sup> ± 0,00	1,87 <sup>B</sup> ± 0,12	4,02
pH	3,11 <sup>B</sup> ± 0,00	3,18 <sup>A</sup> ± 0,01	0,32
Acidez Total Titulável (meq L <sup>-1</sup> )	110,10 <sup>A</sup> ± 0,00	89,43 <sup>B</sup> ± 0,58	0,41
Acidez Volátil (meq L <sup>-1</sup> )	4,00 <sup>A</sup> ± 0,20	3,57 <sup>A</sup> ± 0,23	5,71
Acidez Fixa (meq L <sup>-1</sup> )	106,10 <sup>A</sup> ± 0,20	85,86 <sup>B</sup> ± 0,50	0,40
Extrato Seco Total (g L <sup>-1</sup> )	19,40 <sup>A</sup> ± 0,00	16,57 <sup>B</sup> ± 0,06	0,45
Extrato Seco Reduzido (g L <sup>-1</sup> )	18,20 <sup>A</sup> ± 0,00	15,70 <sup>B</sup> ± 0,17	0,83
Álcool em Massa/Extrato Seco Reduzido	4,84 <sup>B</sup> ± 0,01	5,83 <sup>A</sup> ± 0,06	0,77
Cinzas (g L <sup>-1</sup> )	1,70 <sup>A</sup> ± 0,00	1,90 <sup>B</sup> ± 0,00	0,32
Alcalinidade das Cinzas (g L <sup>-1</sup> )	19,07 <sup>A</sup> ± 0,46	17,47 <sup>B</sup> ± 0,46	2,53
SO <sub>2</sub> Livre (meq L <sup>-1</sup> )	5,80 <sup>B</sup> ± 0,20	6,73 <sup>A</sup> ± 0,46	5,68
<i>Análises Espectrofotométricas</i>			
Índice de Polifenóis Totais (abs)	6,20 <sup>A</sup> ± 0,20	5,27 <sup>B</sup> ± 0,06	2,57
Cor 420 nm (abs)	0,055 <sup>A</sup> ± 0,001	0,043 <sup>B</sup> ± 0,003	4,71

Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão de três replicatas de análises do vinho base. \*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p≤0,05). CV = Coeficiente de variação, SO<sub>2</sub> = anidrido sulfuroso.



O vinho base Vermentino apresentou valores de ATT 89,43 meq L<sup>-1</sup> e o açúcar total em glicose 1,87 g L<sup>-1</sup> de acordo com os recomendados por Rizzon et al. (2000), Giovannini e Manfroi (2009) e Valade (2015) para elaboração de espumantes, ao contrário do vinho base Chardonnay que apresentou estes dois parâmetros, 110,10 meq L<sup>-1</sup> e 2,20 g L<sup>-1</sup>, respectivamente, acima do indicado, possivelmente devido a quantidade elevada da acidez das uvas no momento da colheita e algum problema com a fermentação na fase final.

O vinho base da variedade Chardonnay apresentou maiores valores de densidade 0,9928 e de extrato seco total 19,40 g L<sup>-1</sup> e reduzido 18,20 g L<sup>-1</sup>, em decorrência de haver apresentado maior valor de açúcares totais em relação ao vinho base Vermentino que apresentou 0,9912; 16,57 e 15,70 g L<sup>-1</sup>, respectivamente. Embora, notou-se que a fermentação alcoólica ocorreu de maneira satisfatória para os vinhos de ambas as variedades estudadas.

O vinho base Vermentino apresentou maior graduação alcoólica e consequentemente maior relação álcool em massa/extrato seco reduzido 5,83, e também maiores valores de pH e SO<sub>2</sub> livre 6,73 mg L<sup>-1</sup>, em relação ao vinho base Chardonnay (4,84 e 5,80 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente).

No entanto, o base Chardonnay apresentou maiores valores de cinzas 1,70 g L<sup>-1</sup> e alcalinidade das cinzas 19,07 meq L<sup>-1</sup>, e também de IPT 6,20 abs e cor 0,055 abs em relação ao vinho base da outra variedade (1,90 g L<sup>-1</sup>; 17,47 meq L<sup>-1</sup>; 5,27 e 0,043 abs, respectivamente).

Observou-se que os vinhos de ambas as variedades estudadas encontram-se dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2004; BRASIL, 2014).

### **4.3.2. Análises Físico-químicas dos vinhos na Tomada de Espuma**

#### **4.3.2.1. Análises Clássicas**

##### *Densidade*

A evolução da densidade ao longo da segunda fermentação na garrafa, dos vinhos espumantes das variedades Chardonnay e Vermentino, cultivadas em Campo Belo do Sul, na safra 2015 podem ser observados na Figura 17.

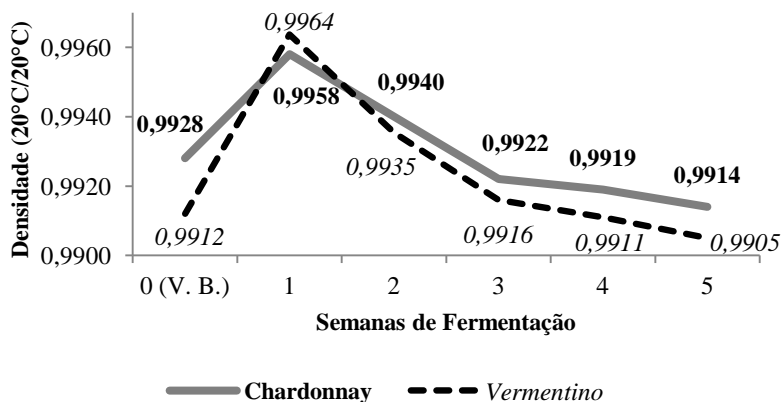
Notou-se que a densidade dos vinhos base de ambas as variedades seguiu a mesma tendência, com um aumento da semana zero

(vinho base) até a primeira semana de fermentação (de 0,9912 a 0,9964 para o Vermentino e de 0,9928 a 0,9958 para o Chardonnay), devido à adição do licor de tiragem, que continha a dose de 23,0 g L<sup>-1</sup> de sacarose.

No decorrer das seguintes semanas houve um decréscimo nos valores das densidades, chegando na 5ª semana a valores de 0,9905 para o Vermentino e 0,9914 para o Chardonnay, devido o consumo da sacarose pelas leveduras, que a converteram em etanol e gás carbônico.

Os valores da densidade (20°C/20°C) semanal nos vinhos em fermentação estudados apresentaram diferença significativa entre as variedades em todas as semanas (APÊNDICE E).

Figura 17. Evolução da densidade (20°C/20°C), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

### Graduação Alcoólica

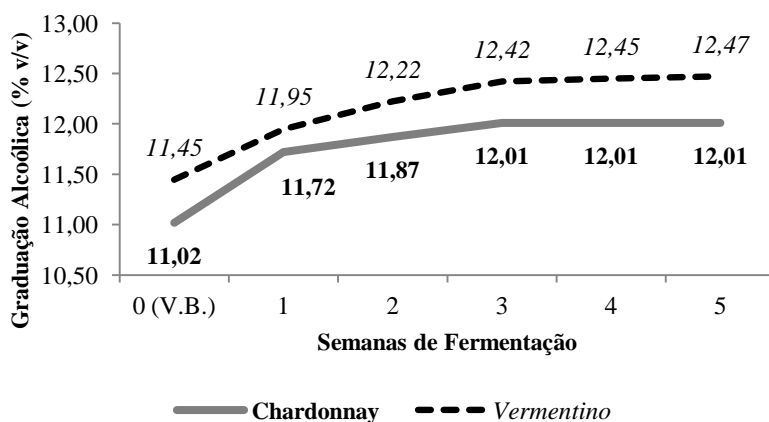
A Figura 18 apresenta a evolução da graduação alcoólica dos vinhos ao longo da tomada de espuma.

Observaram-se, para os vinhos de ambas as variedades, um aumento mais expressivo da graduação alcoólica a partir da primeira semana de fermentação, de 11,45 a 11,95% v/v para o Vermentino e de 11,02 a 11,72% v/v para o Chardonnay, até a terceira semana, chegando a 12,42% v/v o Vermentino e 12,01% v/v o Chardonnay, e

posteriormente houve estabilização que perdurou até o final do processo, quarta e quinta semanas.

Esta estabilização dos valores da graduação alcoólica verificada ocorreu em decorrência da incapacidade das leveduras em seguir produzindo etanol, por dois fatores principais: a escassez de açúcares fermentescíveis e o início da morte (autólise) das próprias leveduras (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006a; JACKSON, 2008; TORRESI et al., 2011).

Figura 18. Evolução da graduação alcoólica (% v/v), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

Verificou-se que houve um acréscimo de cerca de 1,0% v/v da graduação alcoólica, ao longo do processo em ambos os vinhos espumantes estudados. Estima-se que sejam necessários cerca de 18,0 g L<sup>-1</sup> de açúcar para produzir 1,0% v/v de etanol durante a fermentação alcoólica (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; JACKSON, 2009; REYNOLDS, 2010).

Os valores apresentados para a graduação alcoólica (% v/v) semanal dos vinhos em fermentação estudados obtiveram diferença significativa entre as variedades em todas as semanas (APÊNDICE E).

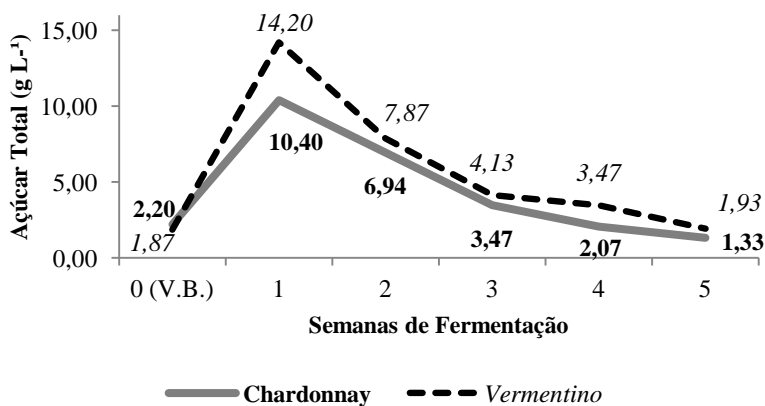
### *Açúcar Total em Glicose*

A evolução do açúcar total em glicose dos vinhos ao longo da tomada de espuma é apresentada na Figura 19.

Pelo mesmo motivo do aumento da densidade (adição do licor de tiragem), observou-se o aumento do teor de açúcar total em glicose da semana zero (vinho base) para a primeira semana de fermentação nos vinhos de ambas as variedades, de 1,87 a 14,20 g L<sup>-1</sup> para o Vermentino e de 2,20 a 10,40 g L<sup>-1</sup> para o Chardonnay.

É importante ressaltar que antes da decorrência da primeira semana de fermentação, o teor de açúcar total em glicose de ambos os vinhos estudados esteve acima de 23,0 g L<sup>-1</sup>, devido à adição desta quantidade de sacarose ao vinho base junto com os demais constituintes do licor de tiragem.

Figura 19. Evolução do açúcar total em glicose (g L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

A partir da primeira semana de fermentação houve um decréscimo dos valores de açúcar total em glicose gradualmente até a quinta e última semana, chegando a valores de 1,33 e 1,93 g L<sup>-1</sup>, ocorrendo isso igualmente para os vinhos da Chardonnay, assim como para os da Vermentino, devido ao consumo da sacarose pelas leveduras.

Os valores de açúcar total em glicose ( $\text{g L}^{-1}$ ) semanal dos vinhos em fermentação estudados diferiram estatisticamente entre as variedades em todas as semanas (APÊNDICE E).

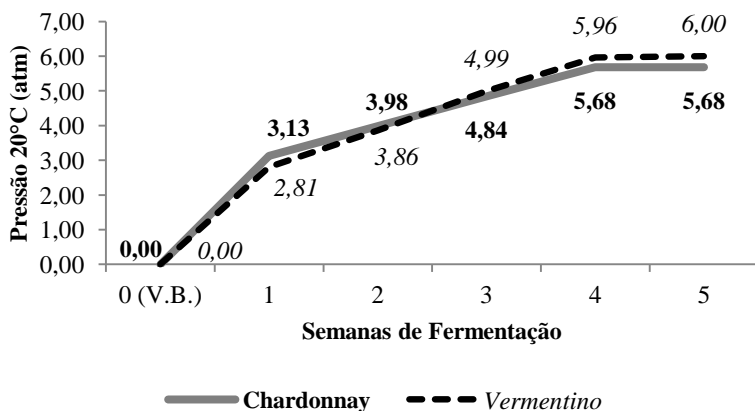
### *Pressão a 20°C*

O acúmulo do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), e consequentemente de pressão no vinho, é uma das principais finalidades da segunda fermentação dos vinhos espumantes, sendo o gás carbônico um dos subprodutos da fermentação alcoólica juntamente com o etanol. O  $\text{CO}_2$  é o componente que diferencia o vinho espumante das demais categorias de vinhos (BRASIL, 2004; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; REYNOLDS, 2010).

Na Figura 20 observa-se a evolução da pressão a 20°C ao longo tomada de espuma dos vinhos espumantes.

Observou-se um aumento gradual da pressão nos vinhos de ambas as variedades estudadas, partindo da primeira semana, de 0,00 a 4,84 atm para o Chardonnay e de 0,00 a 4,99 atm para o Vermentino, até a quarta semana de fermentação, na qual os valores estabilizaram até a última semana, chegando a 5,68 e 6,00 atm para os vinhos Chardonnay e Vermentino, respectivamente.

Figura 20. Evolução da Pressão a 20°C (atm), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

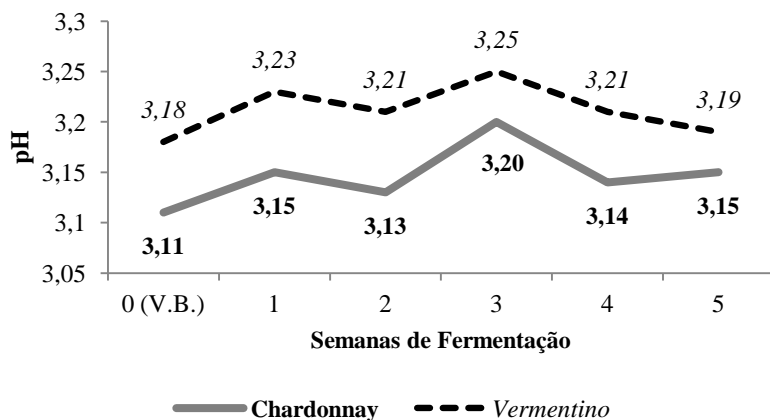
Os valores da pressão a 20°C (atm) apresentados pelos vinhos em fermentação estudados foram estatisticamente iguais entre as variedades na segunda e terceira semanas, nas demais semanas de fermentação os valores apresentaram diferença significativa (APÊNDICE E).

### *Potencial Hidrogeniônico - pH*

A Figura 21 apresenta a evolução do pH ao longo da tomada de espuma dos vinhos espumantes.

Observou-se que os valores do pH para o vinho de ambas as variedades estudadas, obtiveram uma tendência semelhante ao longo da fermentação, variando os valores a cada semana, porém estabilizando na última semana de fermentação em valores próximos aos encontrados na semana zero (vinho base), sendo de 3,15 para o Chardonnay e de 3,19 para o Vermentino.

Figura 21. Evolução do pH, ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

Devido à sua composição, os vinhos são soluções ácidas de base "tampão", portanto, uma modificação em sua composição química produz apenas uma limitada variação do pH. Isso pode explicar as variações no pH dos vinhos durante a segunda fermentação alcoólica (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

Os valores do pH semanal dos vinhos em fermentação estudados foram somente estatisticamente iguais entre variedades na terceira semana, nas demais semanas de fermentação os valores apresentaram diferença significativa (APÊNDICE E).

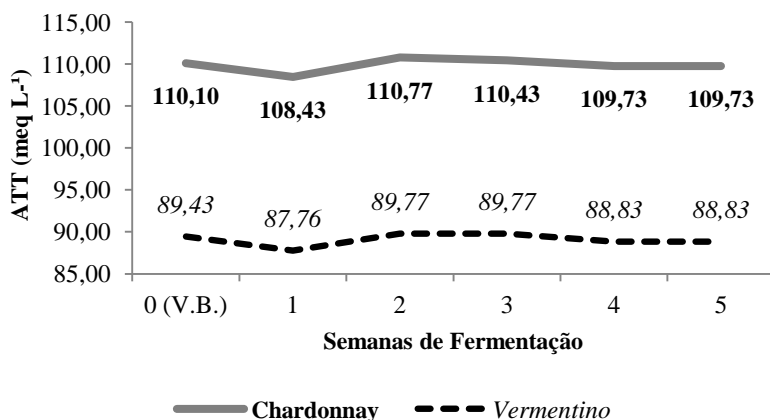
#### *Acidez Total Titulável - ATT*

A evolução da ATT ao longo da tomada de espuma dos vinhos espumantes é apresentada na Figura 22.

Observou-se que os vinhos de ambas as variedades estudadas obtiveram um comportamento semelhante, no qual houve uma tendência de diminuição do valor da ATT no final do processo em relação ao vinho base, de 110,10 a 109,73 meq L<sup>-1</sup> para Chardonnay e de 89,43 a 88,83 meq L<sup>-1</sup> para Vermentino.

Essa diminuição da ATT durante a fermentação alcoólica pode ser atribuída a um ligeiro consumo de ácido málico pela levedura (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

Figura 22. Evolução da acidez total titulável (ATT - meq L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

Os valores da ATT e da acidez fixa (meq L<sup>-1</sup>) apresentada pelos vinhos em fermentação estudados, obtiveram diferença significativa entre as variedades em todas as semanas (APÊNDICE E).

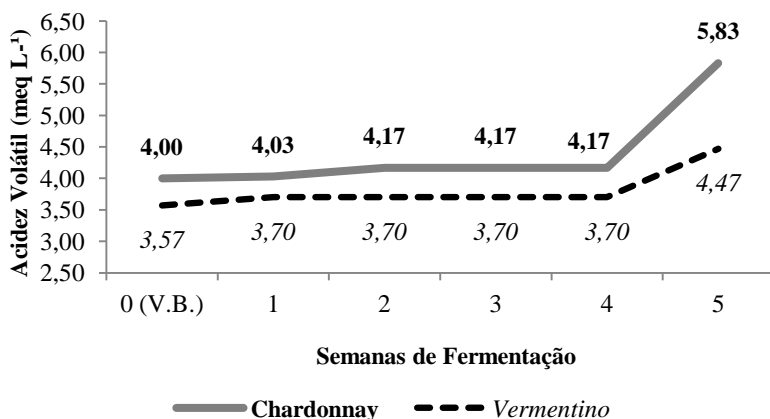
Verificou-se que houve diferença na ATT entre os vinhos das variedades, chegando a 20,90 meq L<sup>-1</sup> na semana final do processo, isso se deve aos diferentes valores de acidez atingidos pelas uvas das variedades no momento da colheita.

Porém, isso não afeta a qualidade dos vinhos espumantes, já que ambos os valores apresentados estão dentro dos parâmetros exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 1974; RIZZON et al., 2000).

### *Acidez Volátil*

Na Figura 23 observa-se a evolução da acidez volátil ao longo da tomada de espuma. Para os vinhos de ambas as variedades estudadas notou-se um pequeno aumento da acidez volátil no início do processo de fermentação (de 4,00 a 4,17 meq L<sup>-1</sup> para Chardonnay e de 3,57 a 3,70 meq L<sup>-1</sup> para Vermentino), com um aumento mais expressivo da quarta para a quinta (última semana), chegando a 5,83 e 4,47 meq L<sup>-1</sup> para Chardonnay e Vermentino, respectivamente.

Figura 23. Evolução da acidez volátil (meq L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

Este comportamento se deve ao período em que parte das leveduras, possivelmente entrou em processo de autólise (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; REYNOLDS, 2010).



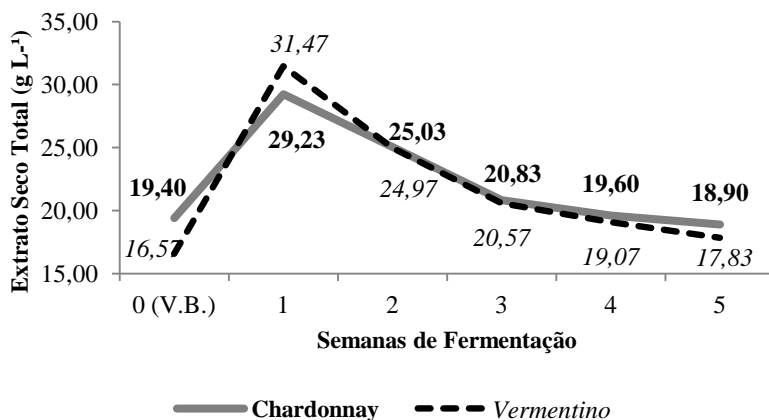
Apesar das baixas concentrações, os vinhos espumantes (5ª semana) apresentaram maior acidez volátil do que o vinho base (semana zero), o aumento na acidez volátil pode estar relacionado com a produção de ácido acético pela própria levedura fermentadora (LAMBRECHTS; PRETORIOUS, 2000; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

Os valores da acidez volátil apresentados pelos vinhos em fermentação estudados foram somente estatisticamente semelhantes entre variedades na semana zero e na primeira semana, nas demais semanas de fermentação os valores apresentaram diferenças significativas (APÊNDICE E).

### *Extrato Seco Total*

A Figura 24 apresenta a evolução do extrato seco total ao longo da segunda fermentação dos vinhos espumantes.

Figura 24. Evolução do extrato seco total ( $\text{g L}^{-1}$ ), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

Observou-se que para os vinhos de ambas as variedades, ocorreu a mesma tendência de aumento do extrato seco total, do vinho de base para a primeira semana de fermentação, devido a adição do licor de

tiragem, atingindo 29,23 g L<sup>-1</sup> para Chardonnay e 31,47 g L<sup>-1</sup> para Vermentino.

Entre a primeira semana e a quinta semana de fermentação, houve um decréscimo gradual nos valores do extrato seco total dos vinhos estudados, chegando no final do processo a valores próximos aos encontrados na semana zero (vinho base), com valores de 17,83 e 18,90 g L<sup>-1</sup> para Vermentino e Chardonnay, respectivamente.

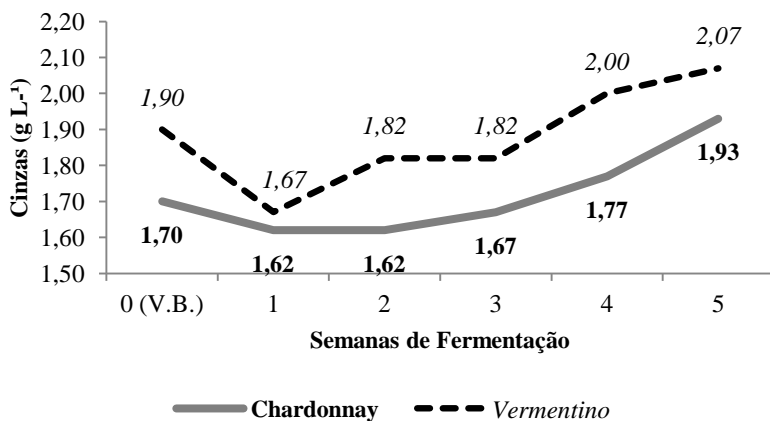
Geralmente, os vinhos espumantes apresentam teores baixos de extrato seco por serem elaborados com a participação reduzida da película da uva e também pela metodologia utilizada de extração do mosto (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

Os valores do extrato seco total (g L<sup>-1</sup>) apresentado pelos vinhos em fermentação estudados foram somente estatisticamente iguais entre as variedades na segunda e terceira semanas, nas demais semanas de fermentação os valores apresentaram diferenças significativas (APÊNDICE E).

### Cinzas

A evolução das cinzas ao longo da tomada de espuma na garrafa dos vinhos espumantes é apresentada na Figura 25.

Figura 25. Evolução das cinzas (g L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

Observou-se que para os vinhos de ambas as variedades estudadas o valor das cinzas teve um decréscimo da semana zero (vinho base) até a primeira semana, de 1,90 a 1,67 g L<sup>-1</sup> para Vermentino e de 1,70 a 1,62 g L<sup>-1</sup> para Chardonnay, possivelmente por causa da adição do licor de tiragem, posteriormente, observou-se um leve acréscimo até a última semana de fermentação, chegando a valores de 2,07 e 1,93 g L<sup>-1</sup> para Vermentino e Chardonnay, respectivamente.

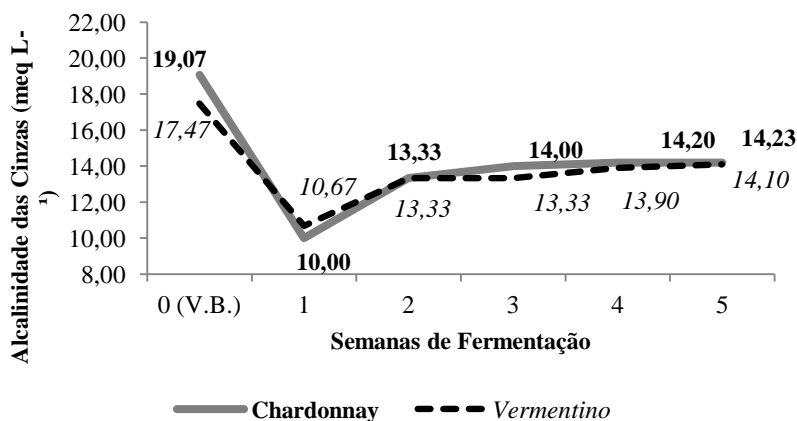
Os vinhos espumantes apresentam teor baixo de cinzas, em alguns casos não alcançando até mesmo o teor mínimo estabelecido pela legislação brasileira, isso devido, principalmente ao método utilizado para a extração do mosto (BRASIL, 1974; RIZZON et al., 2000; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b).

Os valores semanais das cinzas (g L<sup>-1</sup>) dos vinhos em fermentação estudados só foram iguais estatisticamente entre variedades na primeira semana, nas demais semanas de fermentação os valores apresentaram diferenças significativas (APÊNDICE E).

#### *Alcalinidade das Cinzas*

Na Figura 26 observa-se a evolução da alcalinidade das cinzas ao longo da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes.

Figura 26. Evolução da alcalinidade das cinzas (meq L<sup>-1</sup>), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

Nos vinhos de ambas as variedades estudadas notou-se uma tendência semelhante no comportamento da alcalinidade das cinzas ao longo da fermentação.

Houve um forte decréscimo nos valores da alcalinidade das cinzas, de 19,07 a 10,00 meq L<sup>-1</sup> para Chardonnay e de 17,47 a 10,67 meq L<sup>-1</sup> para Vermentino, entre a semana zero (vinho base) e a primeira semana de fermentação, devido à adição do licor de tiragem.

Da primeira semana para segunda verificou-se um acréscimo no valor, e certa estabilização, com leve acréscimo até a última semana de fermentação, atingindo valores de 14,23 e 14,10 meq L<sup>-1</sup> para Chardonnay e Vermentino, respectivamente.

Os vinhos apresentam valores baixos da alcalinidade das cinzas, o que indica que a maior parte do ácido tartárico encontrava-se na forma livre e não salificada (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; RIZZON et al., 2008).

Os valores semanais da alcalinidade das cinzas (meq L<sup>-1</sup>) dos vinhos em fermentação estudados só apresentaram diferença significativa entre as variedades na semana zero, nas demais semanas de fermentação os valores foram iguais estatisticamente (APÊNDICE E).

#### 4.3.2.2. Análises Espectrofotométricas

##### *Índice de Polifenóis Totais*

A evolução do índice de polifenóis totais (IPT) ao longo da tomada de espuma dos vinhos espumantes é apresentada na Figura 27.

Observou-se que para os vinhos de ambas as variedades estudadas os valores do IPT obtiveram comportamento semelhante, no qual houve um decréscimo, de 6,20 a 3,37 abs para Chardonnay e de 5,27 a 3,13 abs para Vermentino, entre a semana zero (vinho base) até a segunda semana de fermentação.

Esse resultado pode ser explicado pelo fato das leveduras adicionadas ao meio terem adsorvido parte do conteúdo de IPT (REYNOLDS, 2010).

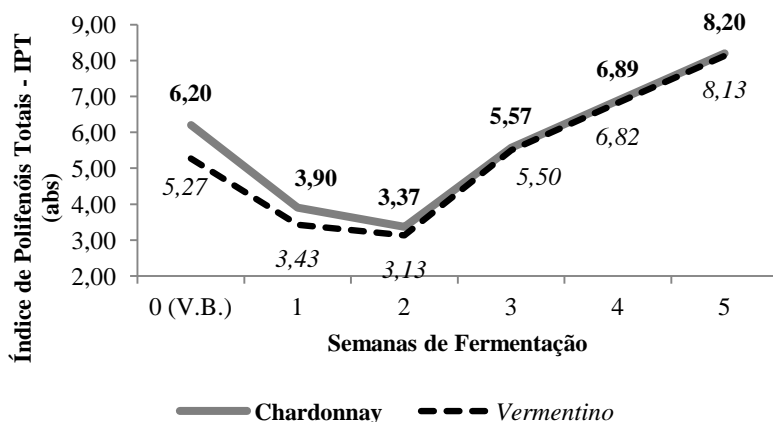
A partir da segunda semana até a quinta (última) semana de fermentação os valores de IPT obtiveram acréscimo gradual, chegando a valores superiores aos encontrados nos vinhos base, com 8,20 e 8,13 abs para Chardonnay e Vermentino, respectivamente.

Estes valores são considerados baixos em comparação aos vinhos rosados e tintos, e um pouco mais elevados que os encontrados para vinhos brancos (RIBEIRO et al., 2013).

A variação na concentração dos polifenóis totais durante o final da fermentação pode ser justificado com base na adsorção e liberação dos compostos fenólicos pelos produtos da autólise das leveduras, também pelas reações de polimerização características dos compostos fenólicos, pela hidrólise de compostos glicosilados e por reações de oxidação (STEFENON et al., 2010; TORCHIO et al., 2012).

Os valores do IPT (abs) apresentados pelos vinhos em fermentação estudados só foram estatisticamente iguais entre as variedades na terceira e quinta semanas, nas demais semanas de fermentação os valores apresentaram diferenças significativas (APÊNDICE E).

Figura 27. Evolução do índice de polifenóis totais - IPT (abs), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

### *Cor 420 nm*

A absorvância a 420 nm é considerada como um indicador do grau de escurecimento “browning” (intensidade do amarelo) de vinhos brancos e espumantes (FERREIRA-LIMA et al., 2013).

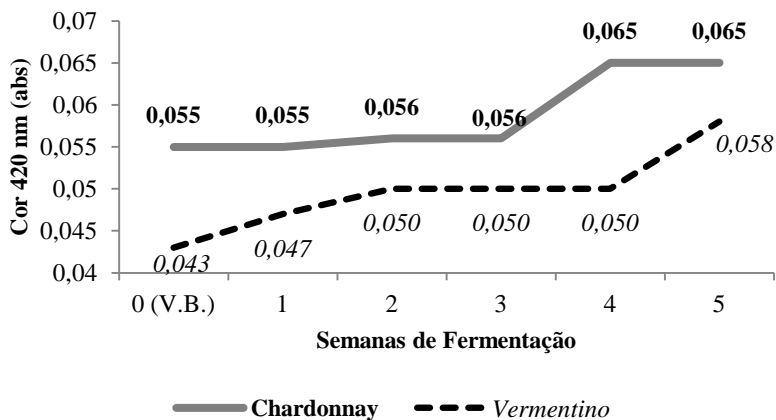
Na Figura 28 observa-se a evolução da Cor 420 nm ao longo da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes. Os valores da cor 420 nm (abs) apresentados pelos vinhos em fermentação estudados

diferiram estatisticamente entre as variedades em todas as semanas (APÊNDICE E).

Verificaram-se no decorrer da fermentação, para os vinhos de ambas as variedades estudadas, que o aumento mais expressivo da cor foi a partir da metade para o final do processo, atingindo valores de 0,058 e 0,065 abs para o Vermentino e o Chardonnay, respectivamente, no qual possivelmente as leveduras começaram a entrar em autólise.

Os resultados observados são justificados pela etapa de contato com as borras de leveduras, pela qual passam os vinhos espumantes elaborados pelo método tradicional, pois ocorrem reações simultâneas de oxidação de compostos fenólicos e ação de enzimas hidrolíticas liberadas pela autólise, aumentando a absorbância no comprimento de onda 420 nm (IBERN-GOMEZ et al., 2000).

Figura 28. Evolução da cor 420 nm (abs), ao longo das semanas da segunda fermentação na garrafa dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino, em Campo Belo do Sul/SC, safra 2015.



V. B.= Vinho base para espumante.

#### 4.3.3. Análises Físico-químicas dos Vinhos Espumantes Após a Tomada de Espuma

Os resultados das análises clássicas e espectrofotométricas realizadas nos vinhos espumantes ao final do processo de tomada de espuma (5ª e última semana de fermentação), produzidos com as uvas Chardonnay e Vermentino, cultivadas em Campo Belo do Sul, na safra 2015, podem ser observados na Tabela 7.

Observou-se que os valores das análises dos vinhos espumantes correspondem aos valores das análises dos vinhos base (Tabela 6), com a diferença ocasionada pelas biotransformações ocorridas por ocasião do processo da tomada de espuma (segunda fermentação).

Os vinhos espumantes obtidos de ambas as variedades estudadas, apresentaram teor alcoólico acima de 12,00% v/v, pressão a 20°C acima 5,50 atm e açúcar total em glicose (residual) abaixo de 2,00 g L<sup>-1</sup>, indicando que em ambos os casos a segunda fermentação foi concluída de forma adequada.

Os valores indicam que a sacarose adicionada ao vinho base, foi consumida e transformada em etanol e gás carbônico, até os níveis desejados para vinhos espumantes (JACKSON, 2008; GIOVANNINI; MANFROI, 2009; REYNOLDS, 2010; TORRESI et al., 2011).

Observou-se que o vinho espumante Vermentino apresentou a graduação alcoólica mais alta (12,47% v/v) em relação ao Chardonnay (12,01% v/v). A graduação alcoólica de ambos os vinhos espumantes está de acordo com a legislação brasileira vigente, que determina valores entre 10 e 13% v/v (BRASIL, 2004).

Os maiores teores de açúcar total em glicose (1,93 g L<sup>-1</sup>) e pressão a 20°C (6,00 atm) foram do vinho espumante Vermentino em relação ao Chardonnay (1,33 g L<sup>-1</sup> e 5,68 atm, respectivamente).

Os teores de açúcares em glicose de ambos os vinhos espumantes são classificados pela legislação brasileira como *nature* ( $\leq 3,0$  g L<sup>-1</sup> de açúcar total em glicose). A pressão de ambos os espumantes está de acordo com a legislação, sendo maiores que 4,0 atm (limite mínimo) (BRASIL, 2004; BRASIL, 2014).

O vinho espumante Vermentino apresentou o maior valor de pH (3,19) em relação ao Chardonnay (3,15). Os valores de pH obtidos nos vinhos espumantes de ambas as variedades estudadas estão de acordo com os valores de pH encontrados nas ‘características analíticas do vinho espumante brasileiro’ descritas por Rizzon et al. (2000), que descreveu valores de pH entre 3,10 e 3,26.

Em relação à ATT e a fixa, o vinho espumante da variedade Chardonnay apresentou os maiores valores, com 109,73 e 103,90 meq L<sup>-1</sup>, respectivamente. A variedade Vermentino apresentou valores de 88,83 e 84,36 meq L<sup>-1</sup>. Os teores da ATT encontrados para os espumantes de ambas as variedades são considerados normais, pois os limites estabelecidos pela legislação nacional se situam entre 55 a 130 meq L<sup>-1</sup> (BRASIL, 1974; RIZZON et al., 2000).

Tabela 7. Análises clássicas e espectrofotométricas dos vinhos espumantes, das variedades Chardonnay e Vermentino, cultivadas em Campo Belo do Sul/SC na safra 2015. Laboratório Lavin, Flores da Cunha/RS, 23/10/2015.

Parâmetros Enológicos	Vinho	Vinho	CV%
	Espumante Chardonnay	Espumante Vermentino	
<i>Análises Clássicas</i>			
Densidade (20°C/20°C)	0,9914 <sup>A*</sup> ± 0,0001	0,9905 <sup>B</sup> ± 0,0001	0,01
Graduação Alcoólica (% v/v)	12,01 <sup>B</sup> ± 0,03	12,47 <sup>A</sup> ± 0,04	0,28
Açúcar Total em Glicose (g L <sup>-1</sup> )	1,33 <sup>B</sup> ± 0,12	1,93 <sup>A</sup> ± 0,12	7,07
Pressão a 20°C (atm)	5,68 <sup>B</sup> ± 0,14	6,00 <sup>A</sup> ± 0,00	1,64
pH	3,15 <sup>B</sup> ± 0,01	3,19 <sup>A</sup> ± 0,02	0,50
Acidez Total Titulável (meq L <sup>-1</sup> )	109,73 <sup>A</sup> ± 0,00	88,83 <sup>B</sup> ± 0,00	0,01
Acidez Volátil (meq L <sup>-1</sup> )	5,83 <sup>A</sup> ± 0,25	4,47 <sup>B</sup> ± 0,35	5,39
Acidez Fixa (meq L <sup>-1</sup> )	103,90 <sup>A</sup> ± 0,35	84,36 <sup>B</sup> ± 0,35	0,33
Extrato Seco Total (g L <sup>-1</sup> )	18,90 <sup>A</sup> ± 0,00	17,83 <sup>B</sup> ± 0,15	0,59
Extrato Seco Reduzido (g L <sup>-1</sup> )	18,57 <sup>A</sup> ± 0,12	16,90 <sup>B</sup> ± 0,17	0,83
Álcool em Massa/Extrato Seco Reduzido	5,17 <sup>B</sup> ± 0,03	5,90 <sup>A</sup> ± 0,08	1,05
Cinzas (g L <sup>-1</sup> )	1,93 <sup>B</sup> ± 0,06	2,07 <sup>A</sup> ± 0,06	2,89
Alcalinidade das Cinzas (g L <sup>-1</sup> )	14,23 <sup>A</sup> ± 0,58	14,10 <sup>A</sup> ± 0,01	2,88
SO <sub>2</sub> Livre (meq L <sup>-1</sup> )	3,40 <sup>A</sup> ± 0,26	3,80 <sup>A</sup> ± 0,00	5,20
<i>Análises Espectrofotométricas</i>			
Índice de Polifenóis Totais - IPT (abs)	8,20 <sup>A</sup> ± 0,20	8,13 <sup>A</sup> ± 0,58	5,29
Cor 420 nm (abs)	0,065 <sup>A</sup> ± 0,001	0,058 <sup>B</sup> ± 0,003	4,05

Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão de três replicatas de análises do vinho base. \*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p≤0,05). CV = Coeficiente de variação. SO<sub>2</sub> = Anidrido sulfuroso livre.



Quanto à acidez volátil, o vinho espumante Vermentino apresentou o menor valor ( $4,47 \text{ meq L}^{-1}$ ) em relação ao Chardonnay ( $5,83 \text{ meq L}^{-1}$ ). Observou-se que os dois vinhos espumantes neste parâmetro estão abaixo do limite máximo previsto pela legislação brasileira ( $20,0 \text{ meq L}^{-1}$ ) (BRASIL, 1974; RIZZON et al., 2000).

De modo geral, observaram-se baixos níveis de acidez volátil nos vinhos espumantes elaborados, provavelmente em decorrência da boa sanidade da uva e de boas práticas durante as vinificações (POZO-BAYON et al., 2009).

Verificou-se que o espumante Chardonnay obteve maiores valores de densidade ( $0,9914$ ), e extrato seco total ( $18,90 \text{ g L}^{-1}$ ) e reduzido ( $18,57 \text{ g L}^{-1}$ ) em relação ao Vermentino ( $0,9905$ ;  $17,83$  e  $16,90 \text{ g L}^{-1}$ , respectivamente).

A concentração de extrato seco do vinho está relacionada com a estrutura e o corpo do mesmo. Portanto estes resultados confirmam que a variedade Chardonnay originou um vinho espumante mais estruturado (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; REYNOLDS, 2010). Embora o extrato seco de ambos espumantes esteja de acordo com a legislação nacional (acima de  $14,0 \text{ g L}^{-1}$ ) (BRASIL, 1974; RIZZON et al., 2000).

O vinho espumante Chardonnay apresentou a menor relação álcool em massa/extrato seco reduzido ( $5,17$ ) do que o Vermentino ( $5,90$ ), ainda que, para ambos os vinhos espumantes a relação tenha sido menor que  $6,7$ ; valor estipulado pela legislação brasileira como limite máximo (BRASIL, 1974; RIZZON et al., 2000).

Os teores encontrados para as cinzas de  $2,07 \text{ g L}^{-1}$  foram mais altos no espumante da variedade Vermentino, o Chardonnay apresentou  $1,93 \text{ g L}^{-1}$ , embora ambos os vinhos espumantes apresentem valores acima do mínimo exigido pela legislação nacional de  $1,0 \text{ g L}^{-1}$  (BRASIL, 1974; RIZZON et al., 2000).

Os vinhos espumantes obtidos das variedades Chardonnay e Vermentino não diferiram estatisticamente nos valores de alcalinidade das cinzas ( $14,23$  e  $14,10 \text{ meq L}^{-1}$ , respectivamente), anidrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ) livre ( $3,40$  e  $3,80 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente) e IPT ( $8,20$  e  $8,13 \text{ abs}$ , respectivamente).

Os valores da alcalinidade das cinzas obtidos nos vinhos espumantes de ambas as variedades estudadas estão de acordo com os valores encontrados nas 'características analíticas do vinho espumante brasileiro' descrito por Rizzon et al. (2000), com valores entre  $12,0$  e  $17,0 \text{ meq L}^{-1}$ .

A legislação brasileira não estabelece limites para a alcalinidade das cinzas, no entanto, a sua determinação é importante e está relacionada com a ATT do vinho espumante (RIZZON et al. 2000).

Em relação ao vinho base, notou-se uma redução na concentração do  $\text{SO}_2$  nos vinhos espumantes, de 5,80 a 3,40  $\text{mg L}^{-1}$  para Chardonnay e de 6,73 a 3,80  $\text{mg L}^{-1}$  para Vermentino, o que pode ser atribuído à combinação do anidrido sulfuroso com diversos compostos, nas condições de baixo pH, alta concentração de etanol e relação redox encontrada na segunda fermentação (RIBEREAU-GAYON et al., 2006b).

O vinho espumante da variedade Chardonnay apresentou maior valor para cor 420 nm (0,065 abs), estando de acordo com os valores encontrados nas 'características analíticas do vinho espumante brasileiro' descrito por Rizzon et al. (2000), com valores entre 0,064 e 0,101 abs.

O vinho espumante da variedade Vermentino apresentou um valor menor para cor 420 nm (0,058 abs), o que indica a menor oxidação de sua cor para amarelo em relação ao Chardonnay, o que é positivo do ponto de vista organoléptico.

Muitos são os fatores envolvidos na composição dos vinhos espumantes, dentre eles a variedade das uvas, o rendimento do vinhedo, a qualidade do vinho base e as leveduras utilizadas na segunda fermentação; sendo que a segunda fermentação e o tempo de envelhecimento sobre as borras (*sur lie*) são os fatores mais importantes para explicar a qualidade e as características sensoriais de distintos vinhos espumantes (POZO-BAYÓN et al., 2009).

#### 4.4. CONCLUSÕES

A variedade Vermentino apresentou para o vinho base superioridade em relação a Chardonnay nos parâmetros de acidez total titulável e açúcar total em glicose, apresentando maior adequação para a tomada de espuma.

No momento da tomada de espuma, os parâmetros avaliados apresentaram uma evolução dentro do esperado para vinhos espumantes, comprovando que a segunda fermentação na garrafa ocorreu de maneira satisfatória nos vinhos de ambas as variedades estudadas.

A acidez volátil baixa apresentada pelos vinhos espumantes das variedades demonstrou a sanidade das uvas e o uso de práticas enológicas adequadas para a elaboração do produto.

A Vermentino, embora seja pouco reconhecida para elaboração de vinhos espumantes em relação à Chardonnay, apresentou qualidade próxima na maioria dos parâmetros medidos, e por demonstrar maior sanidade (acidez volátil) e menor oxidação (Cor  $A_{420}$ ), apresentou-se superior à Chardonnay, para a elaboração do produto na região estudada.

Por fim, tem-se que a região estudada demonstra potencial para a produção de vinhos espumantes de qualidade das variedades Chardonnay e Vermentino.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do estudo possibilitou observar que a região de Campo Belo do Sul/SC (950 metros de altitude), localizada na Serra Catarinense, apresentou características climáticas adequadas para o cultivo das variedades de videira Chardonnay e Vermentino demonstrando um apropriado caráter viti-enológico.

Sendo assim, os fatores climáticos, como as temperaturas do ar, amplitude térmica, radiações solares e somatório térmico desempenharam um papel fundamental na fisiologia das plantas, na qualidade da uva e do vinho espumante das variedades estudadas.

Os resultados mostram que a qualidade das uvas no momento da colheita e produtividade das variedades Chardonnay e Vermentino foram satisfatórios para a elaboração de vinhos espumantes por método tradicional. No entanto, se recomenda que haja a avaliação de ambas as variedades em mais ciclos nesta região, a fim de melhor caracterizar resultados observados.

Ambos os vinhos espumantes elaborados neste trabalho, se enquadraram nos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira. Serão necessários estudos que caracterizem a qualidade físico-química e sensorial dos vinhos espumantes (método tradicional) elaborados em mais safras e com diferentes tempos de maturação sobre as borras (*sur lie*), para melhor caracterizar a qualidade dos vinhos espumantes elaborados nessa região.

Baseado nas características físico-químicas dos vinhos espumantes, método tradicional da safra 2015, elaborados neste estudo, é possível afirmar que Campo Belo do Sul/SC possui aptidão para a produção de vinhos espumantes das variedades Chardonnay e Vermentino.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, A. Z. **Borbulhas**: Tudo sobre champanhe e espumantes. São Paulo: Editora Senac, 2008. 168p.

ALEXANDRE, H.; GUILLOUX-BENATIER, M. Yeast autolysis in sparkling wine: a review. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.12, p. 119–127. 2006.

ALLEWELDT, G., POSSINGHAM, J. V. Progress in grapevine breeding. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 75, p. 669-673, 1988.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotechnologia industrial**: biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Edgar Blücher, 2001. 523p.

BAILLOD, M.; BAGGIOLINI, M. O Estado Vegetativo da Vinha. **Revista Suíça de Viticultura**, v. 25, n. 1, p. 7-9, 1993.

BACK, A. J.; DELLA BRUNA, E.; VIEIRA, H. J. Tendências climáticas e produção de uva na região dos Vales da uva Goethe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 497-504, 2012.

BATISTA, L.; MONTEIRO, S.; LOUREIRO, V. B.; TEIXEIRA A. R.; FERREIRA R. B. Protein haze formation in wines revisited: the stabilising effect of organic acids. **Food Chemistry**, v. 122, p.1067–1075, 2010.

BECKER, N. J. The influence of geographical and topographical factors on the quality of the grape crop. **Proceedings of the OIV symposium on quality of the vintage**. Oenological and viticulture research institute Capetown. p. 169-180. 1977.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A.; WAKELING, I. N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 19, n. 2, mai./ago. 1999.

BELITZ, H-D; GROSCH, W. Aroma Substances. In: BELITZ, H-D.; GROSCH, W. (coord.) **Food Chemistry**. Berlin; Springer-Verlag, 1999. p. 319-377.

BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. **Maturation et maturité des raisins**. Bordeaux: Éditions Féret, 2000. 151p.

BOCK, A.; SPARKS, T.; ESTRELLA, N.; MENZEL, A. Changes in the phenology and composition of wine from Franconia, Germany. **Climate Research**, v. 50, p. 69-81, 2011.

BONNARDOT, V. M. F.; CAREY, V. A.; PLANCHON, O.; CAUTENET, S. Sea breeze mechanism and observations of its effects in the Stellenbosch wine producing area. **Wynboer**, v. 147, p. 10-14, 2001.

BOSCH-FUSTÉ, J.; RIU-AUMATEL, M.; GUADAYOL, J.; CAIXACH, J.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; BUXADERAS, S. Volatile profiles of sparkling wines obtained by three extraction methods and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis. **Food chemistry**, v. 105, p. 428-435, 2007.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F. A.; SILVA, A. L. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 398-405, 2011.

BORGHEZAN, M.; VILLAR, L.; SILVA, T. C.; CANTON, M.; GUERRA, M. P.; CAMPOS, C. G. C. Phenology and vegetative growth in a new production region of grapevines: case study in São Joaquim, Santa Catarina, southern Brazil. **Open Journal of Ecology**, v. 04, p. 321-335, 2014.

BORGOGNO, L.; TARETTO, E.; BOLOGNA, P.; ARNULFO, C.; MORANDO, A. La maturazione dell'uva. **Vignevini**, Bologna, v. 3, n. 11, p. 59-65, 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Secretaria de Inspeção de Produto Vegetal. **Complementação de padrões de identidade e qualidade para cerveja, vinho, vinho de frutas, fermentado de cana, saquê, filtrado**



**doce, hidromel, jeropiga, mistela, sidra e vinagre.** Brasília: Imprensa Nacional. 1974. 109p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Lei nº 10.970, de 12 de novembro de 2004, que altera dispositivos da Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 24, de 08 de setembro de 2005. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, Seção 1, p. 11, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto nº 8.198, de 20 de fevereiro de 2014, que regulamenta a Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho.

BRIGHENTI, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; MADEIRA, F. C. Desempenho vitivinícola da Cabernet Sauvignon sobre diferentes porta-enxertos em região de altitude de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, 2011.

BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina – Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1162-1167, 2013.

BRIGHENTI, A. F. **Avaliação de variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) autóctones italianas no terroir de São Joaquim – SC.** 2014. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014.

BRIGHENTI, A. F.; SILVA, A. L.; BRIGHENTI, E.; PORRO, D.; STEFANINI, M. Desempenho vitícola de variedades autóctones italianas em condição de elevada altitude no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, p. 465-474, 2014.

BRIGHENTI, E.; TONIETTO, J. 2004. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: Classificação pelo sistema CCM Geovíticola. In: XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Anais. CD-ROM. Florianópolis, p.4. 2004.

BURIN, V. M.; SILVA, A. L.; MALINOVSKI, L.I.; ROSIER, J. P.; FALCÃO, L. D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Characterization and multivariate classification of grapes and wines of two Cabernet Sauvignon clones. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 474-481, 2011.

CADAHÍA E, SIMÓN B.F, SANZ M, POVEDA P, COLIO J. Chemical and chromatic characteristics of Tempranillo, Cabernet Sauvignon and Merlot wines from DO Navarra aged in Spanish and French oak barrels. **Food Chemistry**, v. 115 p. 639–649, 2009.

CALIARI, V.; BURIN, V. M.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Aromatic profile of Brazilian sparkling wines produced with classical and innovative grape varieties. **Food Research International**, v. 62, p. 965–973, 2014.

CALÒ, A.; SCIENZA, A.; COSTACURTA, A. **Vitigni d'Italia**. Bologna: Edagricole, 2006.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 144-149, 2011.

CAMPOS, T. C.; MATOS, D. P.; FERRARI, L.; ROSIER, J. P.; SILVA, A. L.. Caracterização físico-química de vinhos base para espumante da variedade Chardonnay em regiões de altitude de Santa Catarina - Brasil. In: XV Congresso Latino-Americano de Viticultura e Enologia. Anais. PEN DRIVE. Bento Gonçalves, p. 477. 2015.

CARVALHO Jr., L. C. C; SOARES, M. M. A cadeia produtiva de uvas e vinhos de Santa Catarina: uma análise das transformações entre os seus segmentos. **Revista Textos de Economia - UFSC**, v. 14, n. 1, 2011.

CHEYNIER, V. Flavonoids in Wine. In: ANDERSEN, O. M.; MARKHAM, K. **Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications**. London: Francis Group, 2006. p 263-318.

CLARKE, R. J.; BAKKER, J. **Wine Flavour Chemistry**. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2004. 339p.

CONDE, C.; FONTES, N.; DIAS, A. C. P.; TAVARES, R. M.; SOUZA, M. J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food Global Science Book**, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2007.

CONRADIE, W. J.; CAREY, V. A.; BONNARDOT, V.; SAAYMAN, D.; SCHOOR, L. H. Effect of different environmental factors on the performance of Sauvignon Blanc grapevines in the Stellenbosch/Durbanville Districts of South Africa. I. Geology, soil, climate, phenology and grape composition. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 23, n. 2, p. 78-91, 2002.

COOMBE, B. G. Research on development and ripening of the grape berry. **American Journal of Enology and Viticulture**. v. 43, n. 1, p. 101-109, 1992.

COOMBE, B.G. Adoption of a system for a identifying grapevine growth stages. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.1, p. 100-110, 1995.

DAUDT, C. E.; SIMON, J. A. Um método rápido para análise de glicose em mostos e sua quantificação em algumas variedades no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 31, p. 697-701, 2001.

DELOIRE, A.; VAUDOUR, E.; CAREY, V.; BONNARDOT, V.; VAN, L. C. Grapevine responses to terroir: une approche globale. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v.39, p. 149-162, 2005.

DOKOOZLIAN, N. K; KLIEWER, W. M. Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v. 121, n. 5, p. 869-875, 1996.

EMBRAPA<sup>a</sup> - empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Banco ativo de germoplasma da uva. **Chardonnay**. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/germoplasma/?situacao=acesso&introducao=585&index=286>. Acesso em: 02 Julho 2015.

EMBRAPA<sup>b</sup> - empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Banco ativo de germoplasma da uva. **Vermantino**. Disponível em:

<http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/germoplasma/?situacao=acesso&introducao=2065&index=1243>. Acesso em: 02 Julho 2015.

FALCÃO, L. D.; BURIN, V. M.; CHAVES, E. S.; VIEIRA, H. J.; BRIGHENTI, E.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Vineyard altitude and mesoclimate influences on the phenology and maturation of Cabernet Sauvignon grapes from Santa Catarina State. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 44, n. 3, p. 135-150, 2010.

FARRER, K. T. H. The autolysis of yeasts. **Food Science Abstracts**, v. 28, p. 1-12. 1956.

FERREIRA-LIMA, N. E.; BURIN, V. M.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Characterization of Goethe white wines: influence of different storage conditions on the wine evolution during bottle aging. **European Food Research and Technology**, v. 237, n. 4, p. 509-520, 2013.

FEUILLAT, M. Yeast macromolecules: origin, composition, and enological interest. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 54, n. 3, p. 211-213, 2003.

FIORILLO, E.; CRISCI, A.; DE FILIPPIS, T.; DI GENNARO, S. F.; DI BLASI, S.; MATESE, A.; PRIMICERIO, J.; VACCARI, F. P.; GENESIO, L. Airborne high-resolution images for grape classification: changes in correlation between technological and late maturity in a Sangiovese vineyard in central Italy. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 18, p. 80-90, 2012.

FITZHARRIS, B.; ENDLICHER, W. Climatic conditions for wine Grape Growing. **New Zealand Geographer**, v. 52, n. 1, p. 1-11, 1996.

FLANZY, C. **Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos**. 2 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2003. 783 p.

FREGONI, M. Progettare il vigneto per vini di qualità. **Vignevini**, Bologna, v. 27, n. 11, p. 75-80, 2000.

FREGONI, M. **Viticultura di qualità**. Lungodige Galtorossa: Informatore Agrário, 2005. 707p.

GALET, P. **General viticulture**. Chaitré - France: Oenoplurimédia publishers, 2000. 443p.

GARAU, R.; SECHI, A.; PROTA, V. A.; MORO, G. Productive parameters in Chardonnay and Vermentino grapevines infected with “bois noir” and recovered in Sardinia. **Bulletin of Insectology**, v. 60, n. 2, p. 233-234, 2011.

GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols-A chemical perspective. **Food Research International**, v. 44, p. 3134-3148, 2011.

GIL, G. **La Producción de Fruta**: Fruta de clima templado y subtropical y uva de vino. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile, 1997. 583 p.

GIL, G. **El potencial productivo crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos**. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile, 1999. 342 p.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. **Viticultura e Enologia**: Elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros. 1 ed. Bento Gonçalves: IFRS, 2009. 344p.

GLADSTONE, J. S. **Viticulture and environment**: a study of the effects of environment on grapegrowing and wine qualities, with emphasis on present and future areas for growing winegrapes in Australia. Australia: Winetitles, 1992. 310p.

GOBBATO, C. **Manual do vitivinicultor brasileiro**. 1 ed. Porto Alegre: Globo, 1940. 422p.

GRIS, E. F.; BURIN, V. M.; BRIGHENTI, E.; VIEIRA, H. J. ; BORDIGNON-LUIZ, M. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. **Ciência e Investigación Agraria**, v. 37, p. 61-75, 2010.

GUERRA, C. C. Maturação da uva e condução da vinificação para a elaboração de vinhos finos. In: REGINA, M. A. (coord.) **Viticultura e enologia**: atualizando conceitos. Caldas - MG: EPAMIG-FECD, 2002. p.179-192.

GUERRA, C. C. Colheita e destino da produção. In: KUHN, G. B. (coord.) **Uva para processamento**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 123-125.

GUERRA, C. C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZUNUS, M. J.; CAMARGO, U. A. **Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2009. 69p.

GUERRA, C. C.; ZANUS, M. C. **Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2003. Disponível em:  
<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/index.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2015.

HALL, A.; JONES, G.V. Spatial analysis of climate in winegrape-growing regions in Australia. **Australian Society of Viticulture and Oenology**, v. 16, p. 389-404, 2010.

HASHIZUME, T. Fundamentos da tecnologia do vinho. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; LIMA, U. A. (coord.) **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983. p.14-43.

HERNÁNDEZ, A. **Introducción al vino de Chile**. Santiago: Universidad Católica de Chile, 2000. 101p.

HERNÁNDEZ, M. R. **La cata y el conocimiento de los vinos**. 3 ed. Madrid: Mundi-prensa, 2003. 356p.

HEYWOOD, V. H. **Flowering plants of the world**. New York: Oxford University Press, 1993. 335p.

HIDALGO, L. **Tratado de Viticultura General**. Madrid: Mundi-Prensa, 1993. 983p.

HUMBERT-GOFFARD, A.; SAUCIER, C.; MOINE-LEDOUX, V.; CANAL-LAUBERES, R. M.; DUBOURDIEU, D.; GLORIES, Y. An assay for glucanase activity in wine. **Enzyme and Microbial Technology**, v.34, n. 6, p. 537-543, 2004.

HUGLIN, P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. **Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France**, p. 1117-1126, 1978.

IBERN-GOMEZ, M., ANDRÉS-LACUEVA, C., LAMUELA-RAVENTOS, R. M., BUXADERAS, S., SINGLETON, V. L., ; DE LA TORRE-BORONAT, M. C. Browning of cava (sparkling wine) during aging in contact with lees due to the phenolic composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 51, p.29-36, 2000.

IBRAVIN – instituto brasileiro do vinho. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br>. Acesso em: 23 jan. 2016.

IPPOLITO, O.P. **Estudios fenológicos en los cvs. Chardonnay, Sauvignon Gris, Cabernet Sauvignon y Merlot**. Santiago: Universidad Católica de Chile, 2004. 60 p.

JACKSON, D. I.; LOMBARD, P. B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 44, p. 409-430, 1993.

JACKSON, D.; SPURLING, M. Climate and viticulture in Australia. **Viticulture Volume 1**. Australia: Australian Industrial Publishers Pty Ltd, 1988.

JACKSON, D. **Monographs in cool climate viticulture 2: Climate**. Wellington: Daphne Brasell Associates Ltd, 2001.

JACKSON, R. S. **Wine science: principles and applications**. 3 ed. London: Academic Press, 2008. 789p.

JACKSON, R. S. **Wine tasting: a professional handbook**. 1 ed. London: Academic Press, 2009. 512p.

JONES, G. V.; DAVIS, R. E. Using a synoptic climatological approach to understand climate viticulture relationships. **International Journal of Climatology**, v. 20, p. 813-837, 2000.

JONES, G.; DUFF, A.; HALL, A. A.; MYERS, J. W. Spatial analysis of climate in winegrape growing regions in the Western United States.

**American Journal of Enology and Viticulture**, v. 61, p. 313-326, 2010.

KOBLET, W. Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserves of the wood as a function of leaf removal in *Vitis vinifera* L. evidence of compensation and stress recovering. **Vitis**, v. 29, p.199–221, 1990.

LAMBRECHTS, M. G.; PRETORIUS, I. S. Yeast and its importance to wine aroma. **S. Afr. J. Enol. Viticult**, v. 21, p. 97–129, 2000.

LAVEE, S.; MAY, P. Dormancy of grapevine buds – facts and speculation. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 3, p. 31-46, 1997.

LAVÍN, A. Fenología del desarrollo del fruto de vid, cv. País, bajo condiciones del secano interior, en Cauquenes. **Agricultura Técnica**, Chile, v. 45, n. 2, p. 145–151, 1985.

SILVA, L. C. **Ecofisiologia de videiras Itália (*Vitis vinifera* L.) em cultivo protegido sob diferentes condições hídricas**. 2011. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

LONA, A. A. **Vinhos, degustação, elaboração e serviço**. Porto Alegre: AGE Ltda, 1997. 151p.

LOMBARD, P.; RICHARDSON, E. A Physical principles involved in controlling physical development. In: BARFIELD, B.J.; GERBER, J.F. (coord.) **Modification of the aerial environment of plants**, 1979.

LORENZ, D. H.; EICHHORN, K. W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) – codes and descriptions according to the extended BBHC scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 1, n. 2, p.100-103, 1995.

MALINOVSKI, L. I. **Comportamento vitícola da videira (*Vitis vinifera* L.) variedade Cabernet Sauvignon nos Municípios de Campo Alegre, Campo Belo do Sul e Bom Retiro**. 2009. Tese (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.



MALINOVSKI, L.I. **Comportamento viti-enológico da videira (*Vitis vinifera* L.) de variedades autóctones italianas na região dos Campos de Palmas em Água Doce – SC – Brasil.** 2013. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

MALINOVSKI, L. I.; WELTER, L. J.; BRIGHENTI, A. F.; VIEIRA, H. J.; GUERRA, M. P.; SILVA, A. L. Highlands of Santa Catarina/Brazil: A region with high potential for wine production. **Acta Horticulturae**, v. 931, p.433-440, 2012.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis metereológicas, fenologia e qualidade da uva na “Serra Gaúcha”.** 2002. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MANDELLI, F.; BERLATO, M. A.; TONETTO, J.; BERGAMASCHI, H. Fenologia da videira na Serra Gaúcha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 9, n. 1-2, p.129-144, 2003.

MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L. A.; BARRADAS, C. I. N.; SOUZA, P. V. D. Evolução da maturação da uva Cabernet Franc conduzida no sistema lira aberta. **Ciênc. Agrotec**, v. 28, p. 306-313, 2004.

MANICA, I.; POMMER, C.V. **Uva: do plantio a produção, pós-colheita e mercado.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. 185p.

MARTÍN, S.; DUNN, G. Effect of pruning time and hydrogen cyanamide on budburst and subsequent phenology of *Vitis vinifera* L. variety Cabernet Sauvignon in central Victoria. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 6, p. 31-39, 2000.

MARTÍNEZ- RODRÍGUEZ A.J.; POLO, M. C. Characterization of the nitrogen compounds released during yeast autolysis in wine manufacturing conditions. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, p. 1081-1085, 2000.

MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A.J., PUEYO, E. Sparkling wines and yeast autolysis. In: MORENO-ARRIBAS, M.V.; POLO, C. (coord.)

**Wine chemistry and biochemistry.** Nova York: Springer, 2009. p. 61–80.

MAY, P. From bud to berry, with special reference to inflorescence and bud morphology in *Vitis vinifera* L. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 6, p. 82–98, 2000.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. New York: CRC Press, 2006. 448p.

MIELE, A. Influência do sistema de condução na evolução dos açúcares redutores e da acidez durante a maturação da uva: relação com área foliar, radiação solar e fotossíntese. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 31-40, 1989.

MIOLO, A.; MIELE, A. **O sabor do vinho**. Bento Gonçalves: Vinícola Miolo, Embrapa Uva e Vinho, 2003. 133p.

MORENO-ARRIBAS, M.V.; POLO, C. **Wine Chemistry and Biochemistry**, 1 ed. Springer, 2009. 735p.

MOTA, R. V.; FAVERO, A. C.; SILVA, C. P. C.; PURGATTO, E.; SHIGA, T.M.; REGINA, M. A. Wine grape quality of grapevines grown in the cerrado ecoregion of Brazil. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**. v. 45, p. 101-109, 2011.

MYBURGH, P. Effect of altitude and distance from the Atlantic Ocean on mean February temperatures in the Western Cape Coastal region. **Wynboer Technical Yearbook**, p. 49–52, 2005.

NEIRA, A. P. Manejos Agronômicos durante el desarrollo y la maduración de la baya y su efecto en la calidad del vino. **In:** Seminário Internacional: Factores Agronômicos y Enológicos para la obtención de Vinhos de Calidad. Anais. CD-ROOM. Lima - Peru, p. 15-22, 2005.

NOVAKOSKI, D.; FREITAS, A. **Vinho: castas, regiões produtoras e serviço**. 2 ed. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2008. 176p.

OIV – Organização Internacional da Vinha e do Vinho. **Compendium of international methods of wine and must analysis**. v.1. Paris: OIV, 2012.

OLIVEIRA, C.M. **Viticultura e produção de vinho**. Dossiê Técnico. Rede de Tecnologia. 2007.

OUGH, C. S. **Tratado Básico de Enología**. Zaragoza, Espanha: Editorial Acribia S. A., 1996. 294p.

PARODI, G. L'affinamento dei vini con l'ausilio di preparati enzimatici. **Vignevini**, v. 5, p. 54–58. 2002.

PEYNAUD, E. **Conhecer e trabalhar o vinho**. Lisboa: Editora Portuguesa Ltda. 1982. 347p.

PEYNAUD, E. **Enología práctica conocimiento y elaboración del vino**. 3 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1999. 353p.

PIRIE, A. Defining Cool Climate. **In**: Stratford's Brave New World seminar. Paper. Londres, Setembro, 2007.

POMMER, C. V. **Uva**: tecnologia de produção, pós colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 778p.

POZO-BAYÓN, M. A.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A.; PUEYO, E.; MORENO-ARRIBAS, M. V. Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: From a traditional to an improved winemaking technology. **Food Science and Technology**, v. 20, p. 289–299, 2009.

POZO-BAYÓN, M. A.; MARTÍN-ÁLVAREZ, P. J.; MORENO-ARRIBAS, M. V.; ANDUJAR-ORTIZ I.; PUEYO, E. Impact of using Trepát and Monastrell red grape varieties on the volatile and nitrogen composition during the manufacture of rosé Cava sparkling wines. **Food Science and Technology**, v. 43, p. 1526-1532, 2010.

RAUSCEDO. Vivai Cooperativi di Rauscedo. **Catalogo Generale Vitis Rauscedo**. Udine – Itália: Vivai Cooperativi di Rauscedo, 2007. 136p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830p.

REGINA, M. A. **Reponses des cepages de Vitis vinifera L. aux variations de l'environnement: effets de la contrainte hydrique sur**

- la photosynthese, la photorespiration et la teneur en acide abscissique des feuilles.** 1993. Tese (Doutorado em Enologia e Ampelologia) Universidade de Bordeaux II, Bordeaux, 1993.
- REYNIER, A. **Manual de viticultura.** Madrid: Mundi-Prensa, 2002. 497p.
- REYNOLDS, A. G. **Managing wine quality volume 2:** oenology and wine quality. Cambridge: Woodhead Publishing Limited., 2010. 651p.
- RIAZ, S.; DANGL, G.S.; EDWARDS, K.J.; MEREDITH, C.P. A microsatellite marker based framework linkage map of *Vitis vinifera* L. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 108, p. 864–872, 2004.
- RIBEIRO, T.; FERNANDES, C.; NUNES, F. M.; FELIPE-RIBEIRO, L.; COSME, F. Estabilização proteica de vinhos brancos por adição de manoproteínas e impacto na qualidade. **In:** 9º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo. Anais. Évora – Portugal, p.171-178. 2013.
- RIBÉREAU-GAYON<sup>a</sup>, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Handbook of Enology:** The microbiology of Wine and Vinifications. West Sussex, England: John Wiley Sons, 2006. 497p.
- RIBÉREAU-GAYON<sup>b</sup>, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Handbook of Enology:** The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments. West Sussex, England: John Wiley Sons, 2006. 429p.
- RIZZON, L.; MENEGUZZO, J.; ABARZUA, C. E. **Elaboração de vinho espumante na propriedade vitícola.** Documento 29. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2000. 24 p.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Acidez na vinificação em tinto das uvas Isabel, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 511-516, 2002.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 156-161, 2003.
- RIZZON, L.A.; SALVADOR, M.B.G; MIELE, A. Teores de cátions dos vinhos da

Serra Gaúcha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 635-641, 2008.

RIZZON, L.A.; MIELE, A.; SCOPEL, G. Características analíticas de vinhos Chardonnay da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 2555-2558, 2009.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2010. 120 p.

ROBINSON, D. C. Sugar accumulation in grape berries: cloning of two putative vacuolar invertase cDNAs and their expression in grapevine tissues. **Plant Physiology**, p. 275–283, 1996.

ROSIER, J. P. Vinhos de altitude: característica e potencial na produção de vinhos finos brasileiros. **Informe Agropecuário**. v. 27, p. 105-110, 2006.

SALES, M. G. F.; AMARAL, C. E. L.; MATOS, C. M. D., Determination of tartaric acid in wines by FIA with tubular tartrate-selective electrodes. **Fresenius' Journal of Analytical Chemistry**, v. 369, p. 446–450, 2001.

SILVA, A. L.; BORGHEZAN, M.; VIEIRA, H. J. Comportamento fisiológico da videira (*Vitis vinifera* L.) Cabernet Sauvignon no Planalto Catarinense, com destaque ao “terroir” de São Joaquim, SC. **In: Seminário Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado**, p.71-80, 2008.

SIMON, S. **Comportamento viti-enológico das variedades merlot e cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.) em diferentes altitudes no sul do Brasil**. 2014. Tese (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. 3 ed. Nova York: W. H. Freeman & Co., 1995. 888p.

SOUSA, S. I. **Espumante: o prazer é todo seu**. São Paulo: Marco Zero, 2005. 165p.

SOUZA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.

SOUZA, J. S. I.; MARTINS, F. P. **Viticultura brasileira**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 368p.

SMART, R. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 36, n. 3, p. 230-239, 1985.

STEEL, R. G.; TORRIE, J. H. **Principles and Procedures of Statistics**. Nova York: McGraw-Hill. 1980. 663p.

STEFENON, C. A., COLOMBO, M., BONESI, C. D. M., MARZAROTTO, V., VANDERLINDE, R., SALVADOR, M.; HENRIQUES, J. P. Antioxidant activity of sparkling wines produced by Champenoise and Charmat methods. **Food Chemistry**, v.119, n. 1, p.12–18, 2010.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1992. 308p.

THIS, P., LACOMBE, T., THOMAS, M.R. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. **Trends in Genetics**, v. 22, n.9, p. 511-519. 2006.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. **Uvas viníferas para processamento em região de clima temperado**. EMBRAPA uva e vinho, versão eletrônica, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/clima.htm>>. Acesso: 04 fev de 2015.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU A. Régime thermique en période de maturation du raisin dans le géoclimat viticole indice de fraîcheur des nuits (IF) et amplitude thermique. **In: Proceedings 4th Symp. Int. sur le zonage vitivinicole, Inter Rhône and O.I.V.**: Avignon, p. 279-289, 2002.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 124, p. 03-08, 2004.

TORCHIO, F.; SEGADE, S. R.; GERBI, V.; CAGNASSO, E.; ROLLE, L. Changes in chromatic characteristics and phenolic composition during winemaking and shelf-life of two types of red sweet sparkling wines. **Food Research International**, v. 44, p. 729-738, 2011.

TORCHIO, F., SEGADE, S. R., GERBI, V., CAGNASSO, E., GIORDANO, M., GIACOSA, S., ROLLE, L. Changes in varietal volatile composition during shelf-life of two types of aromatic red sweet Brachetto sparkling wines. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p.491–498, 2012.

TORRESI, S.; FRANGIPANE, M. T.; ANELLI, G. Biotechnologies in sparkling wine production. Interesting approaches for quality improvement: A review. **Food Chemistry**, v. 129, n.3, p. 1232–1241, 2011.

TRONCHONI, J.; GAMERO, A.; ARROYO-LÓPEZ, F. N.; BARRIO, E.; QUEROL, A. Differences in the glucose and fructose consumption profiles in diverse *Saccharomyces* wine species and their hybrids during grape juice fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 134, p. 237-243, 2009.

UBIGLI, M. Guida all'assaggio degli spumanti. In: UBIGLI, M. **I profili del vino: Alla scoperta dell'analisi sensoriale**. Itália: Edagricole, 2004. p. 103–116.

UVIBRA – união brasileira de viticultura. Disponível em: [http://www.uvibra.com.br/dados\\_estatisticos](http://www.uvibra.com.br/dados_estatisticos). Acesso em: 25 Jan 2016.

VALADE, J. P. Obterner vino base: el ejemplo de champagña. In: XV Congresso Latino-Americano de Viticultura e Enologia. Anais. PEN DRIVE. Bento Gonçalves, p. 172. 2015.

VIDAL, S.; FRANCIS, L.; WILLIAMS, P.; KWIATKWOSKI, M.; GAWEL, R.; CHEYNIER, V. The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in awine like medium. **Food Chemistry**, v. 85, p. 519–525, 2004.

VIEIRA, H. J.; BACK, A. J.; SILVA, A. L.; PEREIRA, E. S. Comparação da disponibilidade de radiação solar global e fotoperíodo

entre as regiões vinícolas de Campo Belo do Sul-SC, Brasil e Pech Rouge, França. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1055-1065, 2011.

VILJAKAINEN, S. K.; LAAKSO, S. V. The use of malolactic *Oenococcus oeni* (ATCC 39401) for deacidification of media containing glucose, malic acid and citric acid. **European Food Research and Technology**, v. 211, p. 438–442, 2000.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M.; LIDER, L. A. **General viticulture**. Berkeley: University of California, 1974. 710p.

WINKLER, A. J. **Viticultura**. 6 ed. México: Compañia Editorial Continental, 1980. 791p.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5 ed. Nova Jersey: Pearson, 2010. 944p.

ZOECKLEIN, B. **A review of méthode champenoise production**. Virginia: Virginia Tech, 2002. 28p.

ZOECKLEIN, B.W.; FUGELSANG, K.C.; GUMP, B.H.; NURY, F.S. **Wine analysis and production**. Berlim: Springer, 1995. 621p.

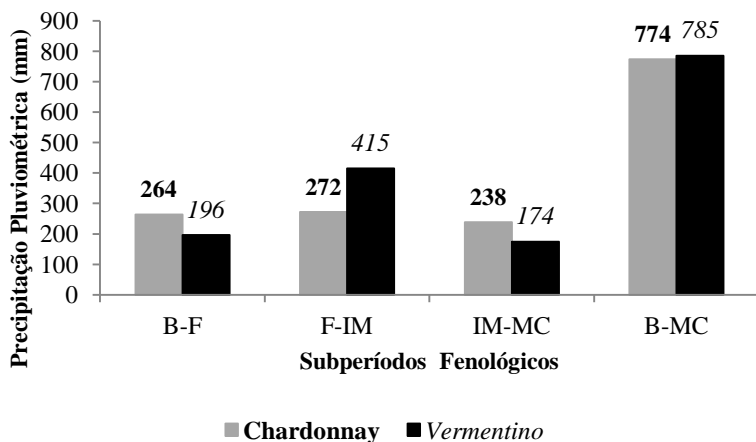
ZOTOU, A.; LOUKOU, Z.; KARAVA, O., Method development for the determination of seven organic acids in wines by reversed-phase high performance liquid chromatography. **Chromatographia**, v. 60, p. 39–44, 2004.



## APÊNDICES

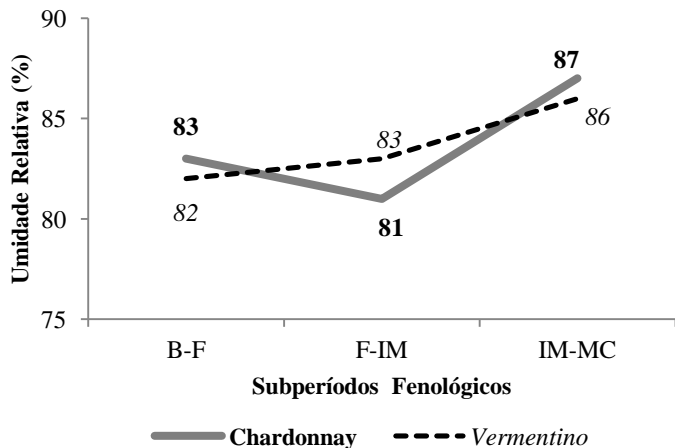
## APÊNDICE A

Soma da precipitação pluviométrica apresentada ao longo do ciclo fenológico das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, no ciclo 2014/15.



B = brotação. F = floração. IM = início da maturação. MC = maturidade (colheita).

Média da umidade relativa do ar apresentada ao longo do ciclo fenológico das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, no ciclo 2014/15.



B = brotação. F = floração. IM = início da maturação. MC = maturidade (colheita).

## APÊNDICE B

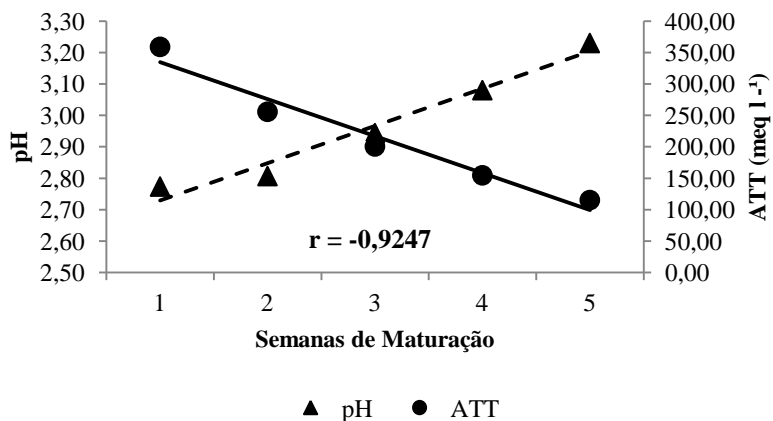
Valores de sólidos solúveis totais - SST (°Brix), pH e acidez total titulável - ATT (meq L<sup>-1</sup>), no subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), das variedades Chardonnay e Vermentino em Campo Belo do Sul, ciclo 2014/15.

Variedade	Semana de Maturação	Data	SST (°Brix)	pH	ATT (meq L <sup>-1</sup> )
Chardonnay	1	19/12/14	12,19 <sup>A*</sup> ± 0,25	2,77 <sup>B</sup> ± 0,02	358,90 <sup>A</sup> ± 4,35
Vermentino		23/01/15	12,27 <sup>A</sup> ± 0,86	2,92 <sup>A</sup> ± 0,05	205,00 <sup>B</sup> ± 24,06
CV%			5,18	1,31	6,13
Chardonnay	2	26/12/14	14,57 <sup>A</sup> ± 0,06	2,81 <sup>B</sup> ± 0,01	255,67 <sup>A</sup> ± 5,51
Vermentino		30/01/15	14,43 <sup>A</sup> ± 0,35	3,09 <sup>A</sup> ± 0,01	164,67 <sup>B</sup> ± 0,58
CV%			1,74	0,28	1,86
Chardonnay	3	02/01/15	15,00 <sup>A</sup> ± 0,10	2,94 <sup>B</sup> ± 0,03	200,47 <sup>A</sup> ± 3,89
Vermentino		06/02/15	14,53 <sup>A</sup> ± 0,31	3,18 <sup>A</sup> ± 0,03	138,67 <sup>B</sup> ± 12,66
CV%			1,54	0,84	5,51
Chardonnay	4	09/01/15	17,03 <sup>A</sup> ± 0,06	3,08 <sup>B</sup> ± 0,01	154,50 <sup>A</sup> ± 2,18
Vermentino		13/02/15	16,13 <sup>B</sup> ± 0,12	3,19 <sup>A</sup> ± 0,03	101,43 <sup>B</sup> ± 1,69
CV%			0,55	0,81	1,58
Chardonnay	5	16/01/15	18,17 <sup>A</sup> ± 0,15	3,23 <sup>A</sup> ± 0,03	115,1 <sup>A</sup> ± 1,68
Vermentino		20/02/15	16,80 <sup>B</sup> ± 0,62	3,23 <sup>A</sup> ± 0,01	104,7 <sup>B</sup> ± 0,35
CV%			2,60	0,59	1,06

Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão de três repetições. \*As médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna e semana de maturação, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p≤0,05). CV = Coeficiente de variação. Semana 5 = Colheita.

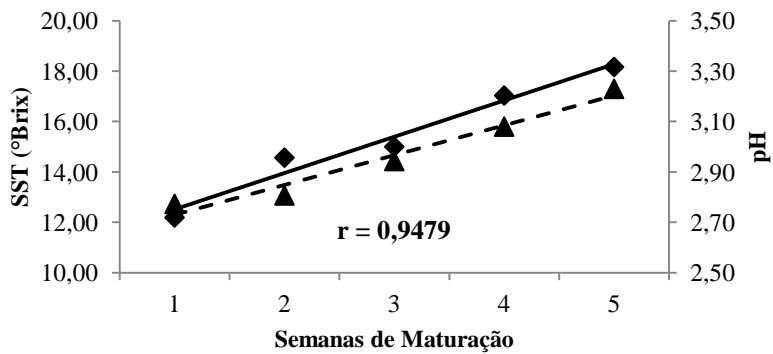
## APÊNDICE C

Evolução semanal do pH e da acidez total titulável - ATT (meq L<sup>-1</sup>), no subperíodo de início de maturação a maturidade (colheita), para a variedade Chardonnay em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/2015.



$r$  = Coeficiente de correlação de Pearson.

Evolução semanal dos sólidos solúveis totais - SST (°Brix) e pH, no subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), para a variedade Chardonnay em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/2015.

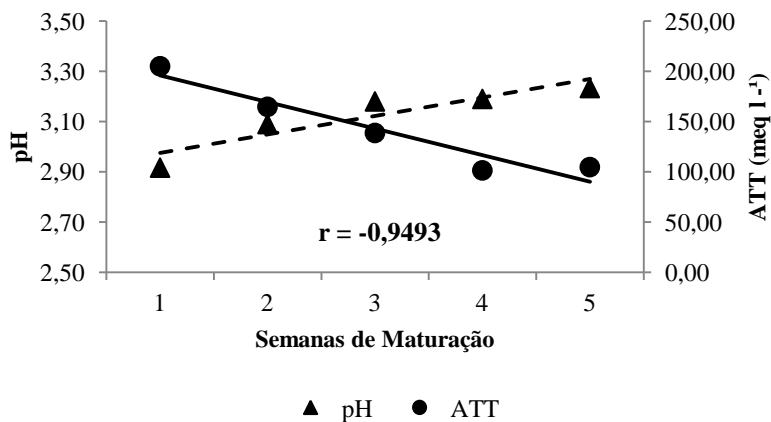


◆ SST ▲ pH

$r$  = Coeficiente de correlação de Pearson.

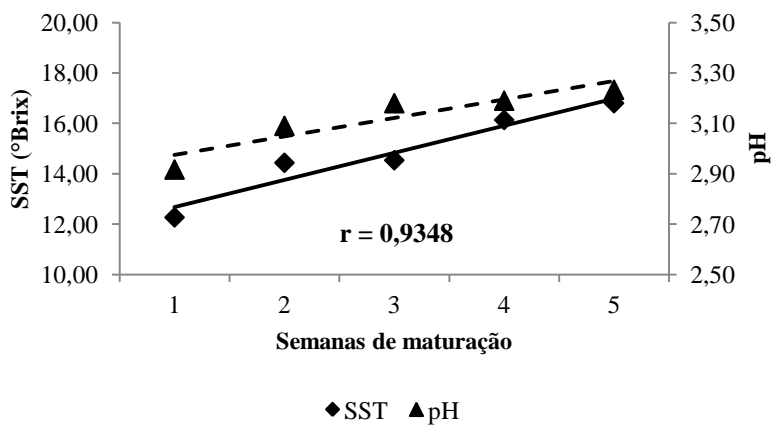
## APÊNDICE D

Evolução semanal do pH e da acidez total - ATT (meq L<sup>-1</sup>), no subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), para a variedade Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/2015.



$r$  = Coeficiente de correlação de Pearson.

Evolução semanal dos sólidos solúveis totais - SST (°Brix) e pH, no subperíodo de início da maturação a maturidade (colheita), para a variedade Vermentino em Campo Belo do Sul/SC, ciclo 2014/2015.



$r$  = Coeficiente de correlação de Pearson.

## APÊNDICE E

Médias do índice de polifenóis totais (abs) e da cor 420 nm (abs) durante as semanas da segunda fermentação na garrafa dos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino.

Variedade	Semana de Fermentação	Data	Índice de Polifenóis Totais (abs)	Cor 420 nm (abs)
Chardonnay	0	11/09/15	6,20 <sup>A*</sup> ± 0,20	0,055 <sup>A</sup> ± 0,001
Vermentino			5,27 <sup>B</sup> ± 0,06	0,043 <sup>B</sup> ± 0,003
CV%			2,57	4,71
Chardonnay	1	25/09/15	3,90 <sup>A</sup> ± 0,10	0,055 <sup>A</sup> ± 0,001
Vermentino			3,43 <sup>B</sup> ± 0,23	0,047 <sup>B</sup> ± 0,001
CV%			4,85	1,61
Chardonnay	2	02/10/15	3,37 <sup>A</sup> ± 0,06	0,056 <sup>A</sup> ± 0,001
Vermentino			3,13 <sup>B</sup> ± 0,12	0,050 <sup>B</sup> ± 0,001
CV%			2,81	1,72
Chardonnay	3	09/10/15	5,57 <sup>A</sup> ± 0,12	0,056 <sup>A</sup> ± 0,001
Vermentino			5,50 <sup>A</sup> ± 0,61	0,050 <sup>B</sup> ± 0,001
CV%			7,91	1,73
Chardonnay	4	16/10/15	6,89 <sup>A</sup> ± 0,01	0,065 <sup>A</sup> ± 0,002
Vermentino			6,82 <sup>B</sup> ± 0,01	0,050 <sup>B</sup> ± 0,001
CV%			0,17	2,93
Chardonnay	5	23/10/15	8,20 <sup>A</sup> ± 0,20	0,065 <sup>A</sup> ± 0,001
Vermentino			8,13 <sup>A</sup> ± 0,58	0,058 <sup>B</sup> ± 0,003
CV%			5,29	4,05

Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão de três replicatas de análises do vinho. \*As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna e na mesma semana de fermentação, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = Coeficiente de Variação. Semana 0 = Vinho base. Semana 5 = Vinho espumante.



Médias da densidade (20°C/20°C), graduação alcoólica (% v/v), açúcar total (g L<sup>-1</sup>) e pressão a 20°C (atm), durante as semanas da segunda fermentação dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino.

Variedade	Semana de Fermentação	Data	Densidade (20°C/20°C)	Graduação Alcoólica (% v/v)	Açúcar Total em Glicose (g L <sup>-1</sup> )	Pressão 20°C (atm)
Chardonnay	0	11/09/15	0,9928 <sup>A</sup> ± 0,0001	11,02 <sup>B</sup> ± 0,02	2,20 <sup>A</sup> ± 0,00	0,00 <sup>A</sup> ± 0,00
Vermentino			0,9912 <sup>B</sup> ± 0,0001	11,45 <sup>A</sup> ± 0,02	1,87 <sup>B</sup> ± 0,12	0,00 <sup>A</sup> ± 0,00
CV%			0,01	0,14	4,02	0,00
Chardonnay	1	25/09/15	0,9958 <sup>B</sup> ± 0,0003	11,72 <sup>B</sup> ± 0,02	10,40 <sup>B</sup> ± 0,20	3,13 <sup>A</sup> ± 0,11
Vermentino			0,9964 <sup>A</sup> ± 0,0001	11,95 <sup>A</sup> ± 0,03	14,20 <sup>A</sup> ± 0,20	2,81 <sup>B</sup> ± 0,00
CV%			0,02	0,22	1,63	2,61
Chardonnay	2	02/10/15	0,9940 <sup>A</sup> ± 0,0001	11,87 <sup>B</sup> ± 0,01	6,94 <sup>B</sup> ± 0,01	3,98 <sup>A</sup> ± 0,01
Vermentino			0,9935 <sup>B</sup> ± 0,0001	12,22 <sup>A</sup> ± 0,04	7,88 <sup>A</sup> ± 0,11	3,86 <sup>A</sup> ± 0,08
CV%			0,01	0,22	1,11	1,46
Chardonnay	3	09/10/15	0,9922 <sup>A</sup> ± 0,0003	12,01 <sup>B</sup> ± 0,01	3,47 <sup>B</sup> ± 0,12	4,84 <sup>A</sup> ± 0,23
Vermentino			0,9916 <sup>B</sup> ± 0,0001	12,42 <sup>A</sup> ± 0,02	4,13 <sup>A</sup> ± 0,23	4,99 <sup>A</sup> ± 0,20
CV%			0,02	0,12	4,80	4,41
Chardonnay	4	16/10/15	0,9919 <sup>A</sup> ± 0,0001	12,01 <sup>B</sup> ± 0,01	2,07 <sup>B</sup> ± 0,12	5,68 <sup>B</sup> ± 0,01
Vermentino			0,9911 <sup>B</sup> ± 0,0001	12,45 <sup>A</sup> ± 0,01	3,47 <sup>A</sup> ± 0,12	5,96 <sup>A</sup> ± 0,00
CV%			0,01	0,05	4,17	0,07
Chardonnay	5	23/10/15	0,9914 <sup>A</sup> ± 0,0001	12,01 <sup>B</sup> ± 0,03	1,33 <sup>B</sup> ± 0,12	5,68 <sup>B</sup> ± 0,14
Vermentino			0,990 <sup>B</sup> ± 0,0001	12,47 <sup>A</sup> ± 0,04	1,93 <sup>A</sup> ± 0,12	6,00 <sup>A</sup> ± 0,00
CV%			0,01	0,28	7,07	1,64

Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão de três replicatas de análises do vinho.\*As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna e na mesma semana de fermentação, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p≤0,05). CV = Coeficiente de variação. Semana 0 = Vinho base. Semana 5 = Vinho espumante.

Médias do pH, acidez total titulável - ATT (meq L<sup>-1</sup>), acidez volátil (meq L<sup>-1</sup>) e acidez fixa (meq L<sup>-1</sup>) durante as semanas da segunda fermentação na garrafa dos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino.

Variedade	Semana de Fermentação	Data	pH	ATT (meq L <sup>-1</sup> )	Acidez Volátil (meq L <sup>-1</sup> )	Acidez Fixa (meq L <sup>-1</sup> )
Chardonnay	0	11/09/15	3,11 <sup>B*</sup> ± 0,00	110,10 <sup>A</sup> ± 0,00	4,00 <sup>A</sup> ± 0,20	106,10 <sup>A</sup> ± 0,20
Vermentino			3,18 <sup>A</sup> ± 0,01	89,43 <sup>B</sup> ± 0,58	3,57 <sup>A</sup> ± 0,23	85,86 <sup>B</sup> ± 0,50
CV%			0,32	0,41	5,71	0,40
Chardonnay	1	25/09/15	3,15 <sup>A</sup> ± 0,01	108,43 <sup>A</sup> ± 0,58	4,03 <sup>A</sup> ± 0,25	104,40 <sup>A</sup> ± 0,66
Vermentino			3,23 <sup>B</sup> ± 0,00	87,76 <sup>B</sup> ± 0,01	3,70 <sup>A</sup> ± 0,00	84,06 <sup>B</sup> ± 0,01
CV%			0,26	0,42	4,60	0,49
Chardonnay	2	02/10/15	3,13 <sup>B</sup> ± 0,01	110,77 <sup>A</sup> ± 0,58	4,17 <sup>A</sup> ± 0,01	106,60 <sup>A</sup> ± 0,57
Vermentino			3,21 <sup>A</sup> ± 0,00	89,77 <sup>B</sup> ± 0,58	3,70 <sup>B</sup> ± 0,01	86,07 <sup>B</sup> ± 0,57
CV%			0,22	0,58	0,21	0,59
Chardonnay	3	09/10/15	3,20 <sup>A</sup> ± 0,04	110,43 <sup>A</sup> ± 1,53	4,17 <sup>A</sup> ± 0,01	106,26 <sup>A</sup> ± 1,52
Vermentino			3,25 <sup>A</sup> ± 0,01	89,77 <sup>B</sup> ± 0,01	3,70 <sup>B</sup> ± 0,01	86,07 <sup>B</sup> ± 0,01
CV%			0,91	1,08	0,21	1,11
Chardonnay	4	16/10/15	3,14 <sup>B</sup> ± 0,03	109,73 <sup>A</sup> ± 0,01	4,17 <sup>A</sup> ± 0,01	105,56 <sup>A</sup> ± 0,01
Vermentino			3,21 <sup>A</sup> ± 0,02	88,83 <sup>B</sup> ± 0,01	3,70 <sup>B</sup> ± 0,01	85,13 <sup>B</sup> ± 0,01
CV%			0,68	0,01	0,21	0,02
Chardonnay	5	23/10/15	3,15 <sup>B</sup> ± 0,01	109,73 <sup>A</sup> ± 0,00	5,83 <sup>A</sup> ± 0,25	103,90 <sup>A</sup> ± 0,25
Vermentino			3,19 <sup>A</sup> ± 0,02	88,83 <sup>B</sup> ± 0,00	4,47 <sup>B</sup> ± 0,35	84,36 <sup>B</sup> ± 0,35
CV%			0,50	0,01	5,39	0,33

Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão de três replicatas de análises do vinho. \*As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna e na mesma semana de fermentação, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p≤0,05). CV = Coeficiente de variação. Semana 0 = Vinho base. Semana 5 = Vinho espumante.

Médias do extrato seco total ( $\text{g L}^{-1}$ ), extrato seco reduzido ( $\text{g L}^{-1}$ ), cinzas ( $\text{g L}^{-1}$ ) e alcalinidade das cinzas ( $\text{meq L}^{-1}$ ) durante as semanas da segunda fermentação dos vinhos espumantes (método tradicional) das variedades Chardonnay e Vermentino.

Variedade	Semana de Fermentação	Data	Extrato Seco Total ( $\text{g L}^{-1}$ )	Extrato Seco Reduzido ( $\text{g L}^{-1}$ )	Cinzas ( $\text{g L}^{-1}$ )	Alcalinidade das Cinzas ( $\text{meq L}^{-1}$ )
Chardonnay	0	11/09/15	19,40 <sup>A</sup> ± 0,00	18,20 <sup>A</sup> ± 0,00	1,70 <sup>A</sup> ± 0,00	19,07 <sup>A</sup> ± 0,46
Vermentino			16,57 <sup>B</sup> ± 0,06	15,70 <sup>B</sup> ± 0,17	1,90 <sup>B</sup> ± 0,00	17,47 <sup>B</sup> ± 0,46
CV <sup>1</sup> %			0,45	0,83	0,32	2,53
Chardonnay	1	25/09/15	29,23 <sup>B</sup> ± 0,68	19,83 <sup>A</sup> ± 0,55	1,62 <sup>A</sup> ± 0,01	10,00 <sup>A</sup> ± 2,00
Vermentino			31,47 <sup>A</sup> ± 0,12	18,27 <sup>B</sup> ± 0,23	1,67 <sup>A</sup> ± 0,06	10,67 <sup>A</sup> ± 1,53
CV%			1,61	2,22	2,52	17,22
Chardonnay	2	02/10/15	25,03 <sup>A</sup> ± 0,02	19,09 <sup>A</sup> ± 0,02	1,62 <sup>B</sup> ± 0,01	13,33 <sup>A</sup> ± 0,58
Vermentino			24,97 <sup>A</sup> ± 0,15	18,13 <sup>B</sup> ± 0,01	1,82 <sup>A</sup> ± 0,01	13,33 <sup>A</sup> ± 0,58
CV%			0,43	0,06	0,48	4,33
Chardonnay	3	09/10/15	20,83 <sup>A</sup> ± 0,75	18,37 <sup>A</sup> ± 0,65	1,67 <sup>B</sup> ± 0,06	14,00 <sup>A</sup> ± 0,00
Vermentino			20,57 <sup>A</sup> ± 0,29	17,43 <sup>A</sup> ± 0,45	1,82 <sup>A</sup> ± 0,01	13,33 <sup>A</sup> ± 0,58
CV%			2,75	3,13	2,36	2,99
Chardonnay	4	16/10/15	19,60 <sup>A</sup> ± 0,10	18,53 <sup>A</sup> ± 0,06	1,77 <sup>B</sup> ± 0,06	14,20 <sup>A</sup> ± 0,58
Vermentino			19,07 <sup>B</sup> ± 0,15	16,60 <sup>B</sup> ± 0,17	2,00 <sup>A</sup> ± 0,10	13,90 <sup>A</sup> ± 0,00
CV%			0,67	0,73	4,34	2,90
Chardonnay	5	23/10/15	18,90 <sup>A</sup> ± 0,00	18,57 <sup>A</sup> ± 0,12	1,93 <sup>B</sup> ± 0,06	14,23 <sup>A</sup> ± 0,58
Vermentino			17,83 <sup>B</sup> ± 0,15	16,90 <sup>B</sup> ± 0,17	2,07 <sup>A</sup> ± 0,06	14,10 <sup>A</sup> ± 0,01
CV%			0,59	0,83	2,89	2,88

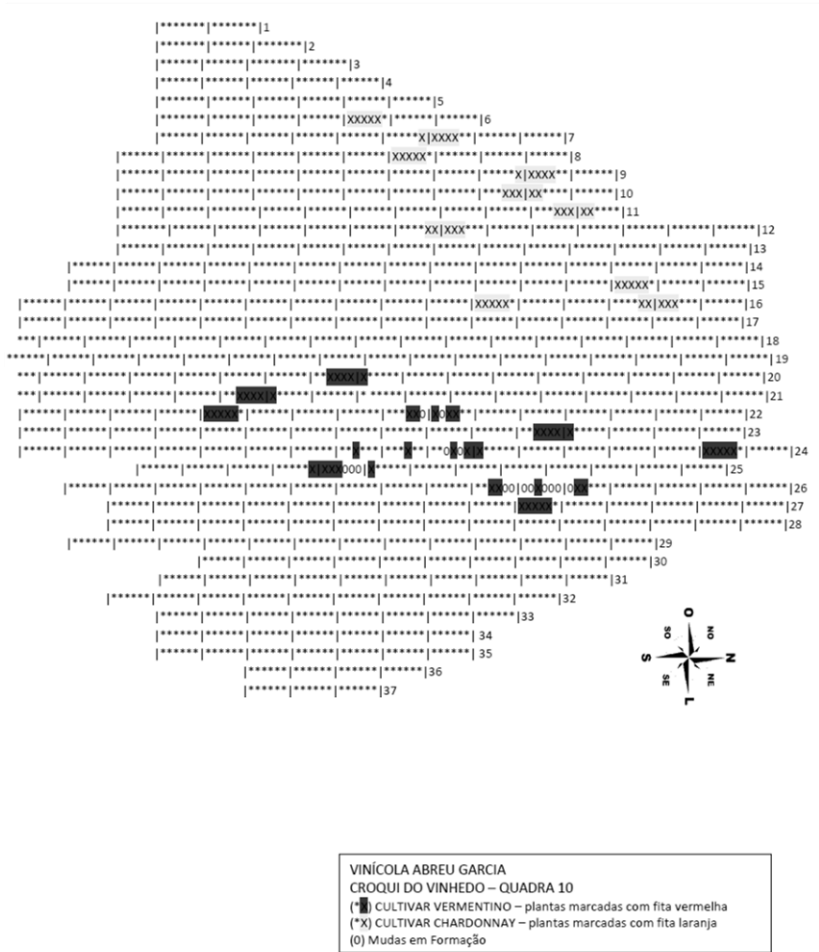
Os resultados são expressos como médias ± desvio padrão de três replicatas de análises do vinho. \*As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna e na mesma semana de fermentação, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = Coeficiente de variação. Semana 0 = Vinho base. Semana 5 = Vinho espumante.



## **ANEXOS**

ANEXO A

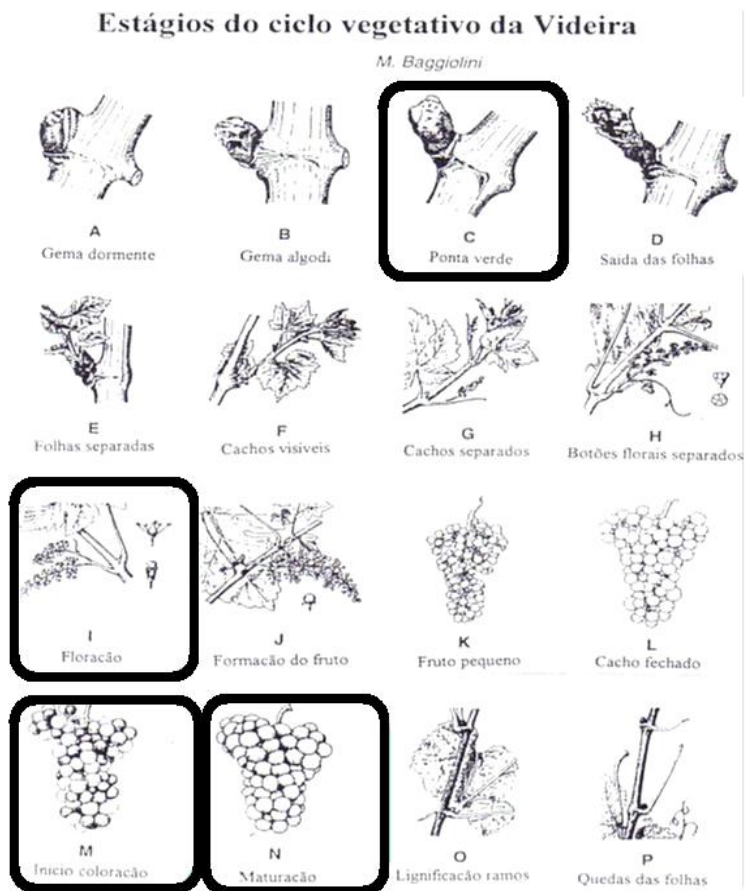
Croqui da área experimental estudada, com vinhedos conjugados das variedades Chardonnay e Vermentino, da Vinícola Abreu Garcia, em Campo Belo do Sul/SC.



Fonte: Vinícola Abreu Garcia (2014)

## ANEXO B

Principais estádios fenológicos da videira segundo a escala proposta por Baillod e Baggiolini (1993).



Fonte: Baillod e Baggiolini (1993)